

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

ผลของอัตราส่วนของแอมโมเนียมต่อไนเตรท ที่มีผลต่อการปรับค่า pH ของสารละลาย
ในการปลูกกะหล่ำอิตาเลียนระบบ NFT

The Comparison of Ammonium/Nitrate Ratios on Solution pH and Broccoli Growth of
NFT System

โดย

นางสาวลักษณี พูลภักตร์ รหัส 40044091

(รศ.ดร. อธิวิสุนทร นันทกิจ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

(ผศ.ดร. อภิศักดิ์ โพธิ์ปิ่น)

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

19/10/44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ผลของอัตราส่วนของแอมโมเนียมต่อไนเตรท ที่มีผลต่อการปรับค่า pH ของสารละลาย
ในการปลูกกะหล่ำอิตาเลียนระบบ NFT

The Comparison of Ammonium/Nitrate Ratios on Solution pH and Broccoli Growth of
NFT System



นางสาวลักษณี พูลภักตร์ รหัส 40044091

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

พ.ศ.2543

2/ว.

๑231๗

เลขหน้..... 2543

เลขทะเบียน..... 40026

วัน, เดือน, ปี..... 2544

b.....

สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง ผลของอัตราส่วนของแอมโมเนียมต่อไนเตรท ที่มีผลต่อการปรับค่า pH ของสารละลายใน การปลูกกะหล่ำอิตาเลียนระบบ NFT

The Comparison of Ammonium/Nitrate Ratios on Solution pH and Broccoli Growth of NFT System

โดย นางสาวลักษณีย์ พูลภักตร์

ภาควิชา ปรุฬวิทยา

คณะ เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. อธิติสุนทร นันทกิจ

การเปรียบเทียบสารละลายที่มีอัตราส่วนระหว่างแอมโมเนียมต่อไนเตรท ในระบบ NFT ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH และการเจริญเติบโตของกะหล่ำอิตาเลียน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างแอมโมเนียมต่อไนเตรทว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH, การเจริญเติบโตของพืชและศึกษาการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหารพืชและต้นพืช รวมทั้งศึกษาประสิทธิภาพการให้ปุ๋ยทางใบ (ปุ๋ยปลา) แบ่งการทดลองเป็น 3 treatment คือ treatment 1 (NH_4^+ 0%), treatment 2 (NH_4^+ 3%) และ treatment 3 (NH_4^+ 6%) ในระบบ NFT รางยาว 6 เมตร จำนวน 9 ราง กำหนดให้ 1 treatment มี 3 ราง (3 ซ้ำ) และมีการฉีดปุ๋ยปลา 3 ระดับ (3 plot) ทุก treatment คือ ที่ความเข้มข้น 80 cc: 20 ลิตร, 40 cc: 20 ลิตร และ 0 cc: 20 ลิตร และทำการวัดค่า pH, EC, Oxygen และอุณหภูมิทุกวันเว้นวัน วัดค่าคลอโรฟิลล์เมื่อพืชโตเต็มที่ (ก่อนเก็บผลผลิต) เก็บตัวอย่างสารละลายแต่ละ treatment และสุ่มต้นพืชเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต

จากผลการทดลอง Treatment ทั้ง 3 treatment จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ความเชื่อมั่น 95%) ในแง่ผลผลิตแต่จะมีผลแตกต่างทั้งค่า pH และ EC การทดลองนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ treatment ที่มี NH_4^+ เป็นองค์ประกอบสามารถควบคุมค่า pH ได้ ส่วนการเจริญเติบโตนั้นผลการทดลองที่ได้ treatment ที่ไม่มี NH_4^+ เป็นองค์ประกอบจะมีการเจริญเติบโตและลำต้นแข็งแรงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยปลาที่ความเข้มข้นแต่ละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับ ที่ความเข้มข้น 40 cc: 20 ลิตร จะมีการเจริญเติบโตดีที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบ ทั้ง treatment และปฏิเสธพบว่า treatment ที่มี NH_4^+ 6% และปฏิเสธที่ความเข้มข้น 80 cc: 20 ลิตร จะมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์ รศ.ดร. อธิสุนทร นันทกิจ ที่ได้กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และได้เสียสละเวลาในการให้คำแนะนำข้อคิดที่เป็นประโยชน์ ให้ความรู้ด้านต่างๆ ตลอดเวลาในการทำปัญหาพิเศษ อีกทั้งยังช่วยหาอุปกรณ์พิเศษที่จำเป็นในการทดลองทำให้การทำปัญหาพิเศษสำเร็จอย่างสมบูรณ์ด้วยดี และขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้กำลังใจและกำลังใจในการทำปัญหาพิเศษให้สำเร็จด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณนุจรี บุญเปล่ง และคุณนารี พันธุ์จินดาวรรณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา ที่ให้คำแนะนำในการทำการวิเคราะห์ และขอขอบคุณ คุณทองม้วน สุนทร และคุณสมจิตร มั่งนาค ที่ได้ช่วยอำนวยความสะดวกในเรื่องอุปกรณ์ต่างๆ

สุดท้ายขอขอบคุณเพื่อนๆ ภาควิชาปฐพีวิทยา รุ่น 13 และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจจนทำให้ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทำปัญหาพิเศษให้ลุล่วงและเสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

ลักษณี พูลภักตร์

พฤษภาคม 2544

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
<u>ตารางที่ 1</u> แสดงตำแหน่งที่ฉีดปุ๋ยปลา	20
<u>ตารางที่ 2</u> แสดงสูตรสารละลายแต่ละ treatment (millimol/liter)	21
<u>ตารางที่ 3</u> แสดงสูตรสารละลายแต่ละ treatment เป็นน้ำหนักปุ๋ย ธาตุอาหารหลัก หน่วยเป็น (Kg) ธาตุอาหารรองหน่วยเป็น (g) ผสมได้ 2000 ลิตร (10 ลิตร 200 เท่า)	21
ตารางภาคผนวก	หน้า
<u>ตารางภาคผนวกที่ 4</u> แสดงค่า pH, EC, Oxygen และอุณหภูมิของสารละลายใน ถังสารละลายของพืช ระหว่างวันที่ 17-23 ต.ค. 43	38
<u>ตารางภาคผนวกที่ 5</u> แสดงค่า pH, EC, Oxygen และอุณหภูมิของสารละลายใน ถังสารละลายของพืช ระหว่างวันที่ 25-31 ต.ค. 43	39
<u>ตารางภาคผนวกที่ 6</u> แสดงค่า pH, EC, Oxygen และอุณหภูมิของสารละลายใน ถังสารละลายของพืช ระหว่างวันที่ 2-8 พ.ย. 43	40
<u>ตารางภาคผนวกที่ 7</u> แสดงค่า pH, EC, Oxygen และอุณหภูมิของสารละลายใน ถังสารละลายของพืช ระหว่างวันที่ 10-17 พ.ย. 43	41
<u>ตารางภาคผนวกที่ 8</u> แสดงค่า pH, EC, Oxygen และอุณหภูมิของสารละลายใน ถังสารละลายของพืช ระหว่างวันที่ 19-25 พ.ย. 43	42
<u>ตารางภาคผนวกที่ 9</u> แสดงค่า pH, EC, Oxygen และอุณหภูมิของสารละลายใน ถังสารละลายของพืช ระหว่างวันที่ 27-29 พ.ย. และ 1 ธ.ค.43	43
<u>ตารางภาคผนวกที่ 10</u> แสดงค่าการวัดคลอโรฟิลล์ของต้นพืช	44
<u>ตารางภาคผนวกที่ 11</u> แสดงค่าน้ำหนักสดของใบ	45
<u>ตารางภาคผนวกที่ 12</u> แสดงค่าน้ำหนักแห้งของใบ	46
<u>ตารางภาคผนวกที่ 13</u> แสดงค่าน้ำหนักสดของดอก	47
<u>ตารางภาคผนวกที่ 14</u> แสดงค่าน้ำหนักแห้งของดอก	48
<u>ตารางภาคผนวกที่ 15</u> แสดงค่าน้ำหนักสดของดอกและลำต้น	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก	หน้า
<u>ตารางภาคผนวกที่ 16</u> แสดงค่าน้ำหนักแห้งของดอกและลำต้น	50
<u>ตารางภาคผนวกที่ 17</u> แสดงค่าวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจน ($\text{NH}_4^+ \text{-N}$) และ ไนเตรทไนโตรเจน ($\text{NO}_3^- \text{-N}$) ของสารละลายในถังสารละลาย ของพืช	51
<u>ตารางภาคผนวกที่ 18</u> แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน	52
<u>ตารางภาคผนวกที่ 19</u> แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส	53
<u>ตารางภาคผนวกที่ 20</u> แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม	54
<u>ตารางภาคผนวกที่ 21</u> แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียม	55
<u>ตารางภาคผนวกที่ 22</u> แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม	56
<u>ตารางภาคผนวกที่ 23</u> แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีส	57
<u>ตารางภาคผนวกที่ 24</u> แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณทองแดง	58
<u>ตารางภาคผนวกที่ 25</u> แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณสังกะสี	59
<u>ตารางภาคผนวกที่ 26</u> แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก	60

สารบัญกราฟ

กราฟภาคผนวก		หน้า
<u>กราฟภาคผนวกที่ 1</u>	แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพีช ระหว่างวันที่ 17-23 ต.ค. 43	61
<u>กราฟภาคผนวกที่ 2</u>	แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพีช ระหว่างวันที่ 25-31 ต.ค. 43	61
<u>กราฟภาคผนวกที่ 3</u>	แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพีช ระหว่างวันที่ 2-8 พ.ย. 43	62
<u>กราฟภาคผนวกที่ 4</u>	แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพีช ระหว่างวันที่ 10-17 พ.ย. 43	62
<u>กราฟภาคผนวกที่ 5</u>	แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพีช ระหว่างวันที่ 19-25 พ.ย. 43	63
<u>กราฟภาคผนวกที่ 6</u>	แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพีช ระหว่างวันที่ 27-29 พ.ย. และ 1 ธ.ค.43	63
<u>กราฟภาคผนวกที่ 7</u>	แสดงค่า EC ของสารละลายในถังสารละลายของพีช ระหว่างวันที่ 17-23 ต.ค.43	64
<u>กราฟภาคผนวกที่ 8</u>	แสดงค่า EC ของสารละลายในถังสารละลายของพีช ระหว่างวันที่ 25-31 ต.ค.43	64
<u>กราฟภาคผนวกที่ 9</u>	แสดงค่า EC ของสารละลายในถังสารละลายของพีช ระหว่างวันที่ 2-8 พ.ย.43	65
<u>กราฟภาคผนวกที่ 10</u>	แสดงค่า EC ของสารละลายในถังสารละลายของพีช ระหว่างวันที่ 10-17 พ.ย.43	65
<u>กราฟภาคผนวกที่ 11</u>	แสดงค่า EC ของสารละลายในถังสารละลายของพีช ระหว่างวันที่ 19-25 พ.ย.43	66
<u>กราฟภาคผนวกที่ 12</u>	แสดงค่า EC ของสารละลายในถังสารละลายของพีช ระหว่างวันที่ 27-29 พ.ย. และ 1 ธ.ค.43	66
<u>กราฟภาคผนวกที่ 13</u>	แสดงค่า Oxygen ของสารละลายในถังสารละลายของพีช	67
<u>กราฟภาคผนวกที่ 14</u>	แสดงค่าอุณหภูมิของสารละลายในถังสารละลายของพีช	67

กราฟภาคผนวก	หน้า
กราฟภาคผนวกที่ 15 แสดงค่าการวัดคลอโรฟิลล์	68
กราฟภาคผนวกที่ 16 แสดงค่าน้ำหนักสดของใบ	68
กราฟภาคผนวกที่ 17 แสดงค่าน้ำหนักแห้งของใบ	69
กราฟภาคผนวกที่ 18 แสดงค่าน้ำหนักสดของดอก	69
กราฟภาคผนวกที่ 19 แสดงค่าน้ำหนักแห้งของดอก	70
กราฟภาคผนวกที่ 20 แสดงค่าน้ำหนักสดของดอกและลำต้น	70
กราฟภาคผนวกที่ 21 แสดงค่าน้ำหนักแห้งของดอกและลำต้น	71
กราฟภาคผนวกที่ 22 แสดงค่าวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจน ($\text{NH}_4^+ \text{-N}$) ของสารละลายในถังสารละลายของพืช	71
กราฟภาคผนวกที่ 23 แสดงค่าวิเคราะห์ไนเตรทไนโตรเจน ($\text{NO}_3^- \text{-N}$) ของสารละลายในถังสารละลายของพืช	72
กราฟภาคผนวกที่ 24 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน	72
กราฟภาคผนวกที่ 25 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส	73
กราฟภาคผนวกที่ 26 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม	73
กราฟภาคผนวกที่ 27 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียม	74
กราฟภาคผนวกที่ 28 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม	74
กราฟภาคผนวกที่ 29 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีส	75
กราฟภาคผนวกที่ 30 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณทองแดง	75
กราฟภาคผนวกที่ 31 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณสังกะสี	76
กราฟภาคผนวกที่ 32 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก	76

สารบัญสถิติ

ตารางสถิติ	หน้า	
ตารางสถิติที่ 1	แสดงค่าน้ำหนักสดของใบ	77
ตารางสถิติที่ 2	แสดงค่าน้ำหนักแห้งของใบ	77
ตารางสถิติที่ 3	แสดงค่าน้ำหนักสดของดอก	78
ตารางสถิติที่ 4	แสดงค่าน้ำหนักแห้งของดอก	78
ตารางสถิติที่ 5	แสดงค่าน้ำหนักสดของดอกและลำต้น	79
ตารางสถิติที่ 6	แสดงค่าน้ำหนักแห้งของดอกและลำต้น	79
ตารางสถิติที่ 7	แสดงค่าคลอโรฟิลล์	80
ตารางสถิติที่ 8	แสดงค่าวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจน ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)	80
ตารางสถิติที่ 9	แสดงค่าวิเคราะห์ไนเตรทไนโตรเจน ($\text{NO}_3^-\text{-N}$)	81
ตารางสถิติที่ 10	แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน	81
ตารางสถิติที่ 11	แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส	82
ตารางสถิติที่ 12	แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม	82
ตารางสถิติที่ 13	แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียม	83
ตารางสถิติที่ 14	แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม	83
ตารางสถิติที่ 15	แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีส	84
ตารางสถิติที่ 16	แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณทองแดง	84
ตารางสถิติที่ 17	แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณสังกะสี	85
ตารางสถิติที่ 18	แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก	85

ผลของอัตราส่วนของแอมโมเนียมต่อไนเตรท ที่มีผลต่อการปรับค่า pH ของสารละลาย ในการปลูกกะหล่ำอิตาเลียนระบบ NFT

The Comparison of Ammonium/Nitrate Ratios on Solution pH and Broccoli Growth of
NFT System

คำนำ

ปัจจุบันมีหลายประเทศทำการเพาะปลูกพืชภายใต้ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Soiless Culture) เพื่อหลีกเลี่ยงสภาวะต่างๆ ที่ไม่อำนวยในการผลิตโดยวิธีการธรรมดา และปรากฏว่า วิธีการดังกล่าวนี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตอย่างมากโดยเฉพาะระบบ NFT เป็นระบบที่ได้รับความนิยมมาก เพราะไม่ต้องใช้วัสดุปลูก มีการใช้สารละลายแบบหมุนเวียนตลอดอายุพืชและปัจจุบันอุปกรณ์หาซื้อไม่ยาก สูตรสารละลายก็มีหลายสูตรให้เลือกใช้ แต่เมื่อเราใช้สารละลายพักหนึ่งค่า pH จะค่อยๆ สูงขึ้น ทำให้ต้องเสียเวลาปรับค่า pH อยู่บ่อยๆ และสิ้นเปลืองกรดที่ใช้

จากการทดลองเป็นการปลูกพืชในระบบ NFT (Nutrient Film Technique) เป็นการปลูกพืชโดยรากแช่อยู่ในสารละลายโดยตรงสารละลายจะไหลเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ในรางปลูกพืชและมีการแลกเปลี่ยนอากาศให้แก่พืชที่ปลูกโดยมีการเปรียบเทียบสูตรสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีอัตราส่วนของแอมโมเนียมต่อไนเตรทที่แตกต่างกัน คือ มีแอมโมเนียม 0%, แอมโมเนียม 3% และแอมโมเนียม 6% เพื่อทดสอบว่าสารละลายสูตรใดจะมีความสามารถในการช่วยลดค่า pH สูงสุดและเป็นการศึกษาประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยทางใบ (ปุ๋ยปลา) ว่าจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชมากน้อยแค่ไหน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างแอมโมเนียมต่อไนเตรท ว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ในสารละลายธาตุอาหารพืช
2. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของพืช ในสารละลายที่มีอัตราส่วนของแอมโมเนียมต่อไนเตรท ที่แตกต่างกัน
3. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหารพืช, ต้นพืช จากเริ่มปลูก จนกระทั่งการเก็บผลผลิต
4. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำปลาที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ว่ามีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช



ตรวจเอกสาร

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หมายถึง วิธีการปลูกโดยให้พืชได้รับสารอาหารหรือสารละลายธาตุอาหารที่พืชต้องการจากทางรากพืชที่ปลูกหรือไม่มีวัสดุปลูกก็ได้ (จตุรงค์, 2543)

ความหมายของคำ

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หรือบางท่านเรียกว่า ปลูกพืชด้วยสารละลาย Hydroponics มาจากคำในภาษากรีกสองคำ คือคำว่า "hudor" หมายถึง น้ำ และ "ponos" หมายถึง งาน ซึ่งเมื่อรวมคำสองคำเข้าด้วยกัน ความหมายก็คือ "Water-Working" คือ "การปฏิบัติการเกี่ยวกับน้ำ" แต่โดยความหมายจริงมีความหมายเกี่ยวข้องกับการใช้สารละลายหรือการใช้ปุ๋ยเคมีกับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เรื่องที่ปรากฏอยู่จึงเป็นสิ่งตรงกันข้ามกับการปลูกพืชในดิน หลักการพื้นฐานในการปลูกพืชตามแบบวิธีนี้ทั้งในทางปฏิบัติและการดูแลก็จะเป็นไปตามลักษณะเหมือนกับพืชที่ปลูกในดิน เพียงแต่ปลูกโดยไม่ต้องการดิน (ถวัลย์, 2534)

ประวัติ

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีประวัติความเป็นมาเริ่มจากการศึกษาเกี่ยวกับพืชและธาตุอาหารพืชมาอย่างยาวนานซึ่งงานทดลองครั้งแรกที่เป็นที่รู้จักกันดีเป็นงานทดลองของนักวิทยาศาสตร์ชาวเบลเยียมชื่อ Jan Van Helmont ในปี ค.ศ. 1620 โดยทำการปลูกพืชในน้ำเป็นเวลา 5 ปี และได้สรุปว่าน้ำเป็นผู้ให้ทุกๆ ส่วนของพืช (ดิเรก, 2544)

ปี ค.ศ. 1699 John Woodward นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้ทดลองปลูกพืชในน้ำที่มีดินละลายอยู่และสรุปว่าพืชที่ปลูกจะได้อาหารต่างๆ จากดินและนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต (ดิเรก, 2544)

งานทดลองที่ถือว่าเป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจริงๆ เกิดขึ้นเมื่อ Van Von Sachs (ค.ศ. 1860) and W. Knop (ค.ศ. 1861-1865) ทำการทดลองจนสามารถได้สูตรผสมสารละลายธาตุอาหารพืชได้ และสิ่งที่น่าสนใจก็คือ สูตรสารอาหารที่ Knop ใช้ยังคงกลายเป็นสูตรที่ใกล้เคียงกับสูตรสารอาหารที่ใช้กันในปัจจุบัน (ดิเรก, 2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในศตวรรษที่ 19 มีงานทดลองของ B. Boussingault ชาวฝรั่งเศสทำการปลูกพืชในทราย และให้สารละลายธาตุอาหารพืช ต่อจากนั้นได้มีนักวิทยาศาสตร์ทางสรีระของพืชอีกจำนวนมาก ทำการศึกษาโดยใช้ระบบการปลูกพืชในทรายนี้ เช่น Candolle, Saussure, Liebig (ดิเรก, 2544)

งานทดลองครั้งแรกที่ทำการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นจำนวนมากทำที่สถานีทดลอง Rhode Island เป็นการปลูกพืชโดยใช้ทรายเป็นวัสดุปลูกและให้สารละลายธาตุอาหารพืช ในปี ค.ศ. 1928 ที่สถานีทดลอง New Jersey ได้มีการขายผลผลิตที่เกิดจากการปลูกพืชไม่ดอกโดยไม่ใช้ดินเป็นครั้งแรก (ดิเรก, 2544)

ในปี ค.ศ. 1920-1930 Prof. Dr. William F. Gericke เป็นผู้เริ่มทดลองเทคนิคการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารพืชเป็นครั้งแรก โดยการปลูกมะเขือเทศในน้ำที่ผสมธาตุอาหารตามสูตรที่ตนเองดัดแปลงขึ้นจากงานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ที่มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา และเรียกการปลูกพืชแบบนี้ว่า Hydroponics (ดิเรก, 2544)

ในปี ค.ศ. 1936 เริ่มมีการผลิตพืชโดยใช้กรวด (Gravel culture) แบบเชิงธุรกิจในสหรัฐอเมริกา (ดิเรก, 2544)

ในปี ค.ศ. 1939-1945 Hoagland and Arnon พัฒนาสูตรสารละลายธาตุอาหารพืชซึ่งเป็นสูตรพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัยต่อมาและรู้จักกันในนามว่า "Hoagland's solution" (ดิเรก, 2544)

ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 กองทัพอเมริกาได้ทำการปลูกพืชผักเพื่อเป็นอาหารที่เกาะโซฟู ประเทศญี่ปุ่น ด้วยการใส่กรวดเป็นวัสดุปลูก ซึ่งนับเป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่ใหญ่ที่สุดเป็นครั้งแรก (ดิเรก, 2544)

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเชิงธุรกิจเริ่มมีบทบาทมากขึ้นเมื่อสายการบินแพนอเมริกา (Pan American Airways) เลือกใช้เป็นวิธีการผลิตอาหารแก่ผู้โดยสารที่เกาะ Wake (ดิเรก, 2544)

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินได้รับการพัฒนามาจนถึงการดำเนินการเป็นบริษัท บริษัทแรกที่ทำการค้าขายเกี่ยวกับระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เริ่มก่อตั้งขึ้นในปี ค.ศ. 1963 ที่ Ohio และที่มหาสมุทรแปซิฟิกที่เกาะ Wake (ดิเรก, 2544)

ในปี ค.ศ. 1979 Dr. Allen Cooper และคณะ ได้แนะนำการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินโดยการให้การไหลของสารอาหารไปอย่างช้าๆ บางๆ แบบแผ่นฟิล์มผ่านรากพืช และเรียกว่า การปลูกแบบระบบ "Nutrient Film Technique หรือ NFT" อันเป็นรูปแบบของระบบการปลูกที่นิยมกันในยุโรป และแพร่หลายไปภูมิภาคอื่นๆ ของโลก (ดิเรก, 2544)

หลังจากนั้นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินก็มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว มีการทดลองใช้วัสดุปลูกพืชชนิดต่างๆ ประกอบกับมีการพัฒนาระบบและอุปกรณ์ต่างๆ ในการปลูกรวมถึงระบบที่ใช้ควบคุมการผลิตโดยอัตโนมัติ เช่น การพัฒนาของพลาสติก เครื่องสูบน้ำขนาดเล็ก และมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการควบคุมการปลูก เป็นต้น (ดิเรก, 2544)

ปัจจัยที่ควรพิจารณาในการผลิตพืชโดยไม่ใช้ดิน

1. สภาพภูมิอากาศ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เพราะอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของราก ความสามารถในการดูดน้ำและธาตุอาหาร พืชส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศค่อนข้างเย็นอุณหภูมิประมาณ 20-30 องศาเซลเซียส ปัญหาในประเทศเขตร้อนคืออุณหภูมิสูงเกินไปทำให้รากพืชบางส่วนถูกทำลายเนื่องจากความร้อนและการขาดออกซิเจน เมื่ออุณหภูมิสูงรากพืชต้องการออกซิเจนมากขึ้น แต่การละลายตัวของออกซิเจนในสารละลายน้อยลง การเจริญเติบโต การดูดน้ำและธาตุอาหารของรากจึงลดลง นอกจากนี้ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส พืชไม่สามารถดูดธาตุอาหารบางชนิดไปใช้ประโยชน์ได้ โดยเฉพาะ K, Fe และ Mn ดังนั้นควรรักษาอุณหภูมิของรากพืชที่ 25 องศาเซลเซียส และเลือกระบบที่เหมาะสมต่อสภาพภูมิอากาศด้วย (จตุรงค์, 2543)

2. รูปแบบโรงเรือน

ควรออกแบบให้มีการถ่ายเทอากาศดี อุณหภูมิไม่สูงเกินไป สามารถป้องกันฝนหนัก มีความเข้มแสงพอเหมาะและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนไม่ควรต่ำกว่า 50% เพื่อให้เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตทั้งทางลำต้นและระบบราก (อุณหภูมิในสารละลาย) (จตุรงค์, 2543)

3. ระบบที่ใช้ในการผลิต

การคัดเลือกระบบให้เหมาะสมกับชนิดของพืช เหมาะกับสภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้การผลิตประสบความสำเร็จ (จตุรงค์, 2543)

4. สูตรอาหาร

ปัจจุบันมีการนำสูตรอาหารที่ใช้ได้ดีในต่างประเทศมาเป็นพื้นฐานทางด้านการผลิต แต่เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีความแตกต่างกันมาก จึงไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ผู้ปลูกควรคัดเลือกและปรับปรุงสูตรปุ๋ยให้เหมาะสมกับชนิดพืชและสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย นอกจากนี้ควรปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของสารละลายให้อยู่ในช่วง 5.8-6.2 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ปลูกด้วย (จตุรงค์, 2543)

5. ชนิดและพันธุ์พืช

การตอบสนองของชนิดและพันธุ์พืชที่มีต่อระบบการปลูกและสูตรอาหารในช่วงอายุและฤดูกาลต่างๆ มีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก จึงต้องมีการคัดเลือกหาชนิดและพันธุ์พืชที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงและมีความแน่นอนในการดำเนินธุรกิจ (จตุรงค์, 2543)

6. ตลาด

การตลาดเป็นสิ่งสำคัญในการผลิตพืชเพื่อการค้า การศึกษาด้านการตลาดก่อนเริ่มการผลิตจะช่วยให้สามารถคำนวณต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนทั้งระยะสั้นและระยะยาว ทั้งนี้เพื่อให้สามารถแข่งขันในเชิงธุรกิจทั้งในและต่างประเทศได้ (จตุรงค์, 2543)

การปลูกพืชในระบบ NFT (Nutrient Film Technique)

การปลูกแบบนี้จะเป็นการปลูกพืชโดยรากแช่อยู่ในสารละลายโดยตรง สารละลายธาตุอาหารจะไหลเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ (หนาประมาณ 2-3 มิลลิเมตร) ในรางปลูกพืชกว้าง ตั้งแต่ 5-35 เซนติเมตร สูงประมาณ 5-10 เซนติเมตร ความกว้างรางขึ้นอยู่กับชนิดพืชที่ปลูก ความยาวของรางตั้งแต่ 5-20 เมตร การไหลของสารละลายอาจเป็นแบบต่อเนื่องหรือแบบสลับก็ได้ โดยทั่วไปสารละลายจะไหลแบบต่อเนื่อง อัตราไหลอยู่ในช่วง 1-2 ลิตร/นาที่/ราง รางอาจทำจากแผ่นพลาสติกสองหน้าขาวและดำ หนา 80-200 ไมครอน หรือจาก PVC ขึ้นรูปเป็นรางสำเร็จรูป, ทำจากโลหะ เช่น สังกะสี หรือ อะลูมิเนียม และบุภายในด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันการกัดกร่อนของสารละลาย โดยจะมีปั๊มดูดสารละลายให้ไหลผ่านรางและรากพืชและเวียนกลับมายังถังเก็บสารละลาย (อิทธิสุนทร, 2544)

ข้อดีและข้อเสียของระบบ NFT (อิทธิสุนทร, 2544)

ข้อดี

- ไม่จำเป็นต้องมีเครื่องควบคุมการให้น้ำโดยอัตโนมัติ ตามค่า ETP เนื่องจากระบบนี้ จะมีการให้น้ำแก่พืชตลอดเวลา
- ระบบการให้สารละลายแก่พืชไม่ยุ่งยาก
- ทำการป้องกันและกำจัดเชื้อโรคพืชต่างๆ ในสารละลายได้ง่าย
- เป็นระบบที่มีการใช้น้ำและธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด
- ไม่มีวัสดุปลูกที่ต้องกำจัด
- สามารถปลูกพืชได้อย่างต่อเนื่องตลอดปี ไม่เสียเวลาในการเตรียมระบบปลูก เช่น สามารถปลูกผักสลัดได้ถึง 8-10 ครั้ง/ปี

ข้อเสีย

- ราคาค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูงมาก โดยเฉพาะถ้าใช้ชาตั้งทำจากโลหะ
- เป็นระบบที่ต้องมีการดูแลอย่างใกล้ชิด เพราะมีโอกาสที่ระบบจะเสียได้ง่าย และพืช จะถูกกระทบกระเทือนอย่างรุนแรงและรวดเร็ว

- ต้องใช้น้ำที่มีสิ่งเจือปนอยู่น้อย (สารละลายต่างๆ) ถ้ามีสิ่งเจือปนอยู่มากจะเกิดการสะสมของ ion บางตัวที่พืชใช้น้อยหรือไม่ดูดใช้เลยสะสมอยู่ในสารละลาย ทำให้จำเป็นต้องเปลี่ยนสารละลายทั้งหมดบ่อยๆ ทำให้สิ้นเปลือง
- มีปัญหาเกี่ยวกับการสะสมของอนุมูลอิสระของสารละลาย โดยเฉพาะในเขตร้อนมีผลต่อการละลายตัวของออกซิเจนในสารละลายลดลงซึ่งอาจใช้การลดความยาวของรางปลูกพืชลง หรือมีการให้อากาศในถังผสมสารละลาย
- มีการแพร่กระจายของโรคพืชบางชนิดอย่างรวดเร็ว

วัสดุปลูกที่ใช้เพาะกล้า

หน้าที่ของวัสดุปลูก คือ เป็นที่อยู่ของรากพืช ซึ่งจะอยู่ร่วมกับสารละลายธาตุอาหารและอากาศ วัสดุปลูกต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (อิทธิสุนทร, 2544)

คุณสมบัติของวัสดุปลูกที่ใช้ในการทดลอง (อิทธิสุนทร, 2544)

1. เพอไลท์ (Perlite)

แหล่งกำเนิด เป็นวัสดุที่ผ่านกระบวนการในโรงงานอุตสาหกรรม โดยการเผา Perlite ที่มีต้นกำเนิดจากภูเขาไฟที่อุณหภูมิ 1,200 °C

คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์

- pH7-7.2
- คุณสมบัติในการอุ้มน้ำ 250-300 ลิตรน้ำต่อเพอไลท์ 1 ลูกบาศก์เมตร
- คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุไม่มี
- ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 0.075-0.08
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใช้ 1.5-6 mm.
- ความพรุน 97%
- ปริมาณอากาศหลังจากทำให้ชุ่มน้ำและปล่อยให้ส่วนเกินไหลออก 56.8%
- ความคงทนของโครงสร้างดี

ลักษณะการนำไปใช้ : ใช้เป็นวัสดุเพาะชำและวัสดุปลูก

อายุการใช้งาน 1 ครั้ง

ราคาค่อนข้างแพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี

- น้ำหนักเบา
- ไม่เป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลง
- สามารถอุ้มน้ำได้ดี

ข้อเสีย

- สามารถสลายตัวเป็นอนุภาคขนาดเล็กและเกิดการอัดตัวกันแน่น

2. โยหิน (Rock wool)

แหล่งกำเนิด เป็นวัสดุที่ผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม โดยการหลอมหินภูเขาไฟและทำให้เป็นเส้นใยและผสมด้วยสารเรซิน 4-5% โดยน้ำหนัก เพื่อทำให้อ่อนตัวและผสมด้วยน้ำมันชนิดพิเศษเพื่อให้มีคุณสมบัติเกาะน้ำได้ โยหินขณะใช้เป็นวัสดุปลูกจะปล่อย Ca ออกมาในสารละลายได้เล็กน้อย

คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์

- pH 7-9.5
- คุณสมบัติในการอุ้มน้ำโดยเฉลี่ย 70-80% โดยปริมาตร ขึ้นอยู่กับระดับความสูงจากผิวน้ำ (94% ที่ระดับผิวน้ำ และ 82% ที่ระดับความสูงจากผิวน้ำ 5 cm.)
- คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุไม่มี
- ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 0.08
- ความพรุน 95%
- ความคงทนของโครงสร้างไม่ดี
- ปริมาณอากาศหลังจากทำให้ชุ่มน้ำและปล่อยให้บางส่วนเกินไหลออก 6%

ลักษณะการนำไปใช้ : แผ่นโยหินที่ขายจะมีหลายขนาดขึ้นกับชนิดพืชที่จะปลูกโดยทั่วไปจะมีขนาด กว้างxยาวxสูง 20x100x7.5 cm. และจะหุ้มด้วยพลาสติกสองหน้า (ดำและขาว โดยหุ้มให้ด้านขาวอยู่ข้างนอก) นอกจากนี้ยังทำเป็นแหล่งสี่เหลี่ยมขนาดเล็กเพื่อใช้เพาะกล้า เช่น ขนาด 5x5x5 cm.

อายุการใช้งาน สามารถปลูกได้เพียง 2-6 ครั้ง

ราคาแพง

ข้อดี

- เป็นวัสดุที่มีการระบายน้ำและอากาศดีที่สุด
- การใช้งานง่ายน้ำหนักเบา
- หม่าเชื้อโรคและแมลงได้ง่าย

ข้อเสีย

- ราคาแพง
- แผ่นใยหินมีราคาแพงและมีปริมาณน้อย ดังนั้น จึงมีที่สำหรับเก็บกักสารละลายธาตุอาหารและรากพืชมีน้อย

หมายเหตุ เป็นวัสดุที่มีราคาแพงต้องสั่งเข้าจากต่างประเทศ ในประเทศไทยสั่งเข้ามาเพื่อใช้เป็นฉนวนกันความร้อน จากการทดลองปลูกพืชผักสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกได้แต่มีราคาแพง

การควบคุมค่า pH ของสารละลายการเปลี่ยนค่า pH ของสารละลายในระหว่างปลูกพืช

ค่า pH ของสารละลายที่เหมาะสมของพืชทั่วไปควรอยู่ในช่วง 5.5-6.0 เมื่อ pH สารละลายต่ำกว่า 4 จะเป็นอันตรายแก่รากพืช ในทางกลับกันถ้า pH สูงกว่า 7 เป็นเวลาดูดต่อกัน 2-3 วัน จะทำให้การดูดใช้ฟอสฟอรัส เหล็ก และแมงกานีสไม่เป็นปกติ เมื่อเตรียมสารละลายใหม่ pH ของสารละลายจะเท่ากับ 6 แต่เมื่อเวลาผ่านไปในการปลูกผัก pH สารละลายจะสูงขึ้น เนื่องจากในช่วงการเจริญเติบโตทางใบและลำต้น (vegetative growth) พืชจะมีการดูดใช้ NO_3^- เป็นส่วนใหญ่ (ดูดใช้ Anion มากกว่า Cation) ดังนั้นก็จะปลดปล่อย HCO_3^- ออกมาจำนวนเท่ากันมีผลให้ pH ของสารละลายเพิ่มขึ้น (อิทธิสุนทร, 2544)

ดังนั้นการตรวจสอบค่า pH ต้องทำการวัดค่า pH ของสารละลายอยู่ตลอดเวลาและปรับค่า pH อยู่ที่ 6 ตลอดเวลาโดยใช้กรดไนตริกหรือฟอสฟอริก การใช้กรดทั้งสองชนิดนี้ปรับค่า pH ก็จะเป็นการเติม N และ P ให้สารละลายด้วย โดยเฉพาะเมื่อใช้กรด H_3PO_4 จะเป็นการเติม P ให้สารละลายจนอาจจะมีปริมาณมากเกินไป (อิทธิสุนทร, 2544)

และเมื่อพิจารณาถึงการเพิ่มขึ้นของ pH อย่างต่อเนื่องซึ่งเป็นผลการเจริญเติบโตในช่วง vegetative growth ซึ่ง pH จะมีค่าสูงขึ้นเนื่องจากพืชปล่อยอนุมูลไฮดรอกไซด์ออกมาทำให้รากเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่สามารถควบคุมค่า pH ให้คงที่ได้เราสามารถปรับค่า pH ได้โดยการเพิ่มปริมาณ NH_4^+ ลงในสารละลายธาตุอาหาร เมื่อมีอนุมูล NH_4^+ อยู่ในสารละลายพืชก็จะมีการดูดใช้ NH_4^+ ซึ่งเป็น Cation รากก็จะปล่อย H^+ ออกมาในสารละลายด้วยทำให้สารละลายมีการเปลี่ยน pH น้อยลง (อิทธิสุนทร, 2544) จากการทดลองของ Byoung and Chiwon (1996) ได้ทำการปลูกพืชแบบไฮโดรโพนิกส์ของ *Ageratum houstonianum* (แอมโมเนียม-tolerant) และ *Salvia splendens* (แอมโมเนียม-sensitive) ที่ใช้เวลา 216 ชั่วโมง ในการทดสอบค่า pH ของสารละลายไฮโดรโพนิกส์ (เริ่มต้น 6.50) treatment ที่มีแอมโมเนียมหรือที่มีแอมโมเนียมและไนเตรททำให้ค่า pH ต่ำลงอย่างมาก (3.08) ซึ่งทางตรงกันข้ามในสารละลายเดียวกันที่มีแต่ไนเตรทอย่างเดียวจะมีค่า pH 7.74

ผลของการดูดไปใช้ของแอมโมเนียมและไนเตรทของ Arabica Coffee ในสารละลายธาตุอาหาร อัตราการ uptake ของแอมโมเนียมเพิ่มขึ้นที่ pH 7.25 ส่วนอัตราการ uptake ของไนเตรทไม่มีผลต่อค่า pH ของสารละลาย อัตราการ uptake ของไนเตรทและแอมโมเนียมมีความผันแปรเล็กน้อยที่ค่า pH (4.25-5.75) มีค่าประมาณ 2.31 และ 2.28 $\text{mmol g}^{-1} \text{FW h}^{-1}$ ตามลำดับ (Philippe et al, 1998)

แต่อย่างไรก็ตามต้องไม่เพิ่มปริมาณความเข้มข้นของอนุมูล NH_4^+ เกินกว่า 10% ความเข้มข้นของอนุมูล NO_3^- ในสารละลาย เนื่องจาก NH_4^+ ที่ความเข้มข้นสูงๆ เป็นอันตรายต่อพืช (อิทธิสุนทร, 2544)

กะหล่ำอิตาเลียน

ชื่อสามัญ	Broccoli
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Brassica oleracea L.var. italica</i> ตระกูล <i>Cruciferae</i>
ลักษณะทั่วไป	

กะหล่ำอิตาเลียนเป็นพืชผักที่อยู่ในตระกูล *Cruciferae* ซึ่งเป็นพืชตระกูลเดียวกับพวกกะหล่ำดอก กะหล่ำปลีและอื่นๆ ในตระกูลกะหล่ำ (ประเสริฐ, 2512) กะหล่ำอิตาเลียนนี้มีต้นใหญ่แข็งแรง สูงประมาณ 90 cm. เมื่อโตเต็มที่ ใบคล้ายคะน้ามีหยักมากน้อยตามพันธุ์ ก้านใบยาวและกว้างกว่าคะน้า ออกดอกสีเขียวโตประมาณ 4-6 นิ้ว ก้านดอกหนา ยาวและกรอบ เมื่อยังอ่อนอยู่ ผิวดอกจะแน่นและเรียบเหมือนกะหล่ำดอก ในระยะนี้เหมาะที่จะรับประทาน ถ้าทิ้งไว้นานดอกจะบาน หยิบและหลวม กระจายกลีบคล้ายเปลือกถั่ววงอก (บุญสม, 2515) ไม่น่ารับประทาน แต่ถ้าปล่อยให้ดอกใหญ่แล้วจะมีแขนงแตกออกมาตามข้างๆ ลำต้นเช่นเดียวกับพวกคะน้า และที่แขนงนี้จะเกิดเป็นดอกอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งมีขนาด 1-3 นิ้ว เราสามารถจะเก็บรับประทานได้เรื่อยๆ (ประเสริฐ, 2512) อีกเป็นเวลากว่า 4 สัปดาห์ (บุญสม, 2515)

สำหรับประเทศไทยมักปลูกกันมากในฤดูหนาวของทางภาคเหนือและได้ราคาสูงกว่ากะหล่ำดอกและกะหล่ำปลี แต่ตลาดและผู้บริโภคยังไม่กว้างขวางนัก (เกษม, 2524)

คุณค่าทางอาหาร

น้ำ	89.9%
โปรตีน	3.3%
ไขมัน	0.2%
แป้ง	5.5%
น้ำตาล	1.9%
เถ้าถ่าน	1.1%
แคลเซียม	0.146%
เหล็ก	0.0014%
กาก	1.3%

วิตามินเอ, วิตามินบี 1, วิตามินบี 2, วิตามินซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผักนี้มีวิตามินสูงกว่าผักชนิดอื่นในจำพวกเดียวกัน การประกอบอาหารก็ทำได้เช่นเดียวกับ
กะหล่ำดอกและกะหล่ำปลี (โกลินทร์, 2503)

พันธุ์

กะหล่ำอิตาลีนี้มีทั้งที่เป็นพันธุ์หนัก พันธุ์เบา พันธุ์ดอกสีเขียว และดอกสีม่วง อย่างไรก็ตาม
พันธุ์ที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ดอกอ่อนมีสีเขียวเข้ม
2. ดอกรวมกลุ่มกันแน่น
3. อายุเก็บเกี่ยวสั้น
4. ขนาดดอกเหมาะสม
5. ต้องมีลักษณะการเจริญเติบโตเหมาะสม

กะหล่ำอิตาลีพันธุ์แรกที่เป็นพันธุ์ดั้งเดิมที่รู้จักกันมากก็คือ *Italian Calabrese* ซึ่งตั้งชื่อ
ตามเมือง Calabria ที่อยู่ทางตอนใต้ของประเทศอิตาลี กะหล่ำอิตาลีพันธุ์ดังกล่าวจึง
เป็นต้นกำเนิดของการปรับปรุงพันธุ์อื่นๆ ขึ้นมา ในปัจจุบันมีหลายพันธุ์ ได้แก่

1. De Cicco อายุ 60 วัน
2. Blue Queen อายุ 65 วัน
3. Calabrese อายุ 85 วัน
4. Green Comet Hybrid พันธุ์เบาลูกผสม อายุ 40 วัน
5. Green Duke No.4 Hybrid, SAKATA

นอกจากนี้ยังมีพันธุ์สีม่วงได้แก่

Purple Sprouting และ Early Purple Sprouting (เกษม, 2524)

ดินฟ้าอากาศ

กะหล่ำอิตาลีชอบดินร่วน ระบายน้ำได้ดี อากาศหนาวพอสมควร (ประเสริฐ, 2512) ช่วง
อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 18-27 °C ความอุดมสมบูรณ์สูง มีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน
ประมาณ 6.0-6.5 มีความชื้นในดินสูง ช่วงปลูกที่เหมาะสมคือระหว่างเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม
(อุดม, 2530)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมดิน

1. การเตรียมแปลงเพาะ

ขุดดินลึกประมาณ 10-15 cm. ตากดินไว้ 5-7 วัน ทำการย่อยพรวนดินให้ละเอียด ใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้วให้มากที่สุด คลุกเคล้าให้เข้ากับดินอย่างดี ยกเป็นแปลงเล็กๆ (อุดม, 2530)

2. การเตรียมแปลงปลูก

ขุดดินลึกประมาณ 15-20 cm. ตากดินไว้ 7-10 วัน โรยปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักให้มากย่อยดินให้ละเอียด พรวนดินให้ดีเพื่อให้ดินร่วนซุยโปร่งยกเป็นแปลงๆ เก็บเศษวัชพืชหรือเศษไม้อื่นๆ ให้หมด (อุดม, 2530)

การเพาะกล้า

หลังจากเตรียมแปลงเพาะแล้วให้หว่านเมล็ดพันธุ์ให้กระจายสม่ำเสมอทั่วแปลงแล้วกลบด้วยดินผสมหรือปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้ว หนาประมาณ 0.5-1.0 cm. รดน้ำด้วยบัวฝอยละเอียดให้ทั่วแปลง แล้วคลุมด้วยฟางแห้ง รดน้ำสม่ำเสมอ หมั่นตรวจดูต้นกล้าต้นไหนที่อ่อนแอหรือไม่สมบูรณ์ให้ถอนทิ้ง (อุดม, 2530) ใช้ปุ๋ยพวกสตาร์ทเตอร์โซลูชั่นรด เพื่อให้ต้นกล้าแข็งแรง หมั่นตรวจดูแลป้องกันโรคและแมลงที่เกิดขึ้น (กลุ่มหนังสือเกษตรกร, 2525)

การปลูก

พอดันกล้าที่เพาะได้ขนาดมีอายุประมาณ 30-35 วัน เลือกต้นที่สมบูรณ์ถอนย้ายไปปลูกในแปลงปลูก โดยให้ระยะระหว่างต้น 50 cm. และระยะระหว่างแถว 60 cm. การถอนควรถอนตอนเย็นหรือวันที่อากาศมีดีดริ่ม แล้วรีบปลูกทันที กัดดินบริเวณโคนต้นให้แน่น เอาฟางแห้งหรือหญ้าแห้งคลุมและรดน้ำทันที (อุดม, 2530)

การใส่ปุ๋ย

ปุ๋ยที่ใช้เป็นอาหารคือปุ๋ยสูตร 10-10-20 หรือสูตร 13-13-21 การใส่แบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละประมาณ 25-27 kg/rai โดยใส่ครั้งแรกเป็นปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูกหรือใช้กลบฝังข้างร่องแถวปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่สองใส่หลังจากปลูกได้ประมาณ 20 วัน แบบโรยข้างแถวแล้วพรวนดินกลบสำหรับปลูกแบบเป็นไร่ ส่วนแปลงปลูกแบบเป็นร่องมีคูน้ำล้อมแบบภาคกลาง การใส่วิธีดังกล่าวอาจจะทำให้สะดวกนัก ชาวสวนจึงใช้วิธีหว่านปุ๋ยลงกระจายทั่วแปลงซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองปุ๋ยมากและพืชดูโตไปเลี้ยงลำต้นได้ไม่เต็มที่ เพื่อความประหยัดและได้ผลจริง ๆ ชาวสวนควรจะใช้ด้วยวิธีโรยข้างแถวปลูกแล้วพรวนดินกลบจะดีกว่า (รวมเรื่องผัก, 2529)

ปุ๋ยเสริมอาจจะให้ยูเรียหรือแอมโมเนียมไนเตรทเมื่อเห็นว่าพืชเจริญเติบโตช้าในอัตราประมาณ 20 kg/rai โดยวิธีให้ปุ๋ยแบบเดียวกับวิธีข้างต้น แบ่งให้ 2 ครั้ง ครั้งแรกให้เมื่ออายุประมาณ 7 วัน ครั้งที่สองให้เมื่ออายุประมาณ 30 วัน กะหล่ำอิตาเลียนควรให้ธาตุอาหารรองคือ ธาตุโบรอน และโมลิบดีนัมด้วย (รวมเรื่องผัก, 2529) พืชที่ขาดโบรอนจะมีปฏิกิริยาต่อดอกโดยเริ่มต้นจากลำต้นส่วนที่อวบน้ำจะไม่มีสีและจะค่อยๆ ลูกกลมไปจนถึงดอก (Head) ส่วนพืชที่ขาดโมลิบดีนัมจะเกิดอาการ Whiptail ส่วนอาการผิดปกติทางสรีระของพืชมีทั้ง Whiptail และ Buttioning Blindness (ประเสริฐ, 2512)

การให้น้ำ

กะหล่ำอิตาเลียนควรได้รับอย่างเพียงพอและสม่ำเสมอเพื่อให้การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเมื่อต้นตั้งตัวดีแล้วหลังจากย้ายกล้าต้องการน้ำประมาณ 1-1.5 นิ้ว/สัปดาห์ แต่สภาพอากาศบ้านเราอาจต้องการมากขึ้น (กลุ่มหนังสือเกษตรกร, 2525) การให้น้ำแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกหลังจากที่ปลูกใหม่ๆ พืชไม่ต้องการน้ำมากนัก แต่ต้องการอย่างสม่ำเสมอในปริมาณพอดีๆ อย่าให้แฉะเกินไป ระยะเวลาให้น้ำวันละ 2 เวลา เช้า-เย็น โดยการใช้เครื่องฉีดน้ำพ่นฝอยหรือใช้บัวรดน้ำเป็นฝอยทั่วแปลง ระยะที่สองคือเมื่อลำต้นเจริญเติบโตเป็นต้นใหญ่จนถึงระยะเกิดดอก ผักต้องการน้ำมากขึ้น เพราะเมื่อผักโตก็เกิดการสูญเสียน้ำได้ง่ายขึ้น และตอนพัฒนาการของดอกน้ำเป็นสิ่งจำเป็นมากที่จะทำให้ดอกเจริญเติบโตขึ้นอย่างสม่ำเสมอและสมบูรณ์ เพราะฉะนั้นจะขาดน้ำไม่ได้ การให้น้ำสำหรับระยะนี้ให้วันละ 2-3 เวลา ในปริมาณที่มากกว่าช่วงแรก (รวมเรื่องผัก, 2529)

การพรวนดินกำจัดวัชพืช

ในระยะแรกเมื่อต้นกล้ายังเล็กควรพรวนดินพร้อมทั้งกำจัดวัชพืชในตัวด้วยจะทำให้ดินร่วนซุยโปร่ง เจริญเติบโตเร็ว หลังจากต้นเจริญเติบโตจนมีใบคลุมพื้นที่หนาแล้วก็ไม่จำเป็นต้องทำอีก (อุดม, 2530)

โรคที่สำคัญ

โรคของผักตระกูลกะหล่ำที่พบบ่อยก็คือ โรคเน่าและ ทำให้ต้นเน่ายุบลงไปทั้งต้น สันนิษฐานว่าเกิดจากมีเชื้อแบคทีเรียเข้าไปทางบาดแผลที่หนอนหรือเชื้อราทำลายไว้ก่อน โรคเน่าและมักพบเกิดร่วมกับโรคโอดินหรือโรคไส้ดำที่เกิดจากสาเหตุทุบรอน โรคนี้ทำความเสียหายแก่ต้นผักทั้งต้น เมื่อพบเห็นต้นที่เป็นโรคควรรีบถอนไปทำลายทิ้งเสีย และหากมีโรคระบาดมากไม่ควรปลูกพืชตระกูลนี้ซ้ำที่อีก ควรเปลี่ยนไปปลูกพืชตระกูลอื่นหมุนเวียนบ้าง (รวมเรื่องผัก, 2529)

นอกจากนี้ยังพบโรคที่คล้ายคลึงกับกะหล่ำดอก ได้แก่ โรคเหี่ยว (Wilt), โรคไส้ดำ (Black Heart), โรคเน่าดำ (Black Rot), โรคเน่าคอดิน (Damping off) (กลุ่มหนังสือเกษตรกร, 2525)

แมลงที่สำคัญ

จุดที่แมลงศัตรูของผักกะหล่ำอิตาเลียนเข้าทำลายก็คือใบและดอก โดยที่เป็นผักที่เราานิยมรับประทานดอกและลำต้น เกษตรกรจึงไม่กังวลถึงความสวยงามของใบเวลาขาย แต่ถ้าพบว่ามีแมลงศัตรูระบาดก็จำเป็นต้องฉีดพ่นยาป้องกันกำจัดเสีย เพื่อมิให้ระบาดไปยังดอกหรือระบาดไปต้นอื่นๆ ซึ่งจะทำให้ผักเจริญเติบโตได้ไม่ดี แมลงศัตรูที่พบ ได้แก่ หนอนคืบกะหล่ำ (Cabbage Looper), หนอนใยผัก (Diamond Back Moth), หนอนกะหล่ำ (Cabbage Moth), หนอนกระทู้หอม (Beet Armyworm) (รวมเรื่องผัก, 2529)

การเก็บเกี่ยว

อายุการเก็บเกี่ยวขึ้นอยู่กับแต่ละพันธุ์ พันธุ์เบาที่มีอายุประมาณ 60-85 วัน ส่วนพันธุ์หนักบางพันธุ์มีอายุนานถึง 150 วัน (กลุ่มหนังสือเกษตรกร, 2525)

เลือกเก็บดอกที่กลุ่มดอกเกาะตัวกันแน่น โตได้ขนาดเต็มที่แต่ก่อนที่ดอกย่อยจะบานแย้ม กลีบสีเหลืองออกมา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10-16 cm. เมื่อตัดดอกกลางไปแล้วแขนงจากตาข้างจะเจริญแทงเป็นช่อดอกใหม่ออกมา แต่มักจะมีขนาดเล็กและไม่ค่อยสม่ำเสมอ จะไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้อีกภายในช่วง 1 เดือนหรือมากกว่า (กลุ่มหนังสือเกษตรกร, 2525)

ควรตัดดอกโดยให้มีก้านดอกยาวประมาณ 16-20 cm. ตัดใบที่ก้านดอกทิ้งให้เหลือใบที่อยู่ใกล้ฐานดอก 3-4 ใบ เพื่อหุ้มดอกไว้ ป้องกันมิให้ชอกช้ำขณะบรรจุขนส่งสู่ตลาด (กลุ่มหนังสือเกษตรกร, 2525) ผลผลิตในฤดูร้อนจะได้ประมาณ 1,300-1,500 kg/rai แต่ถ้าฤดูหนาวจะได้ผลผลิตถึง 2,000-3,000 kg/rai (รวมเรื่องผัก, 2529)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ระบบให้สารละลายธาตุอาหารพืช มีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้
 - ป้อน้ำตู่ปลา จำนวน 3 ต้ว
 - ถังพลาสติกบรรจุสารละลายธาตุอาหาร ขนาด 100 ลิตร จำนวน 3 ถัง
 - ท่อพีวีซี
 - ท่อพีอี
 - สายไฟ
 - รางพลาสติกสีขาวเจาะรู จำนวน 9 ราง
 - โครงเหล็กสำหรับวางราง
 - กาวซิลิโคน
 - ลวด
2. วัสดุปลูกที่ใช้เพาะกล้า
 - เพอไลท์
 - โยหิน
3. pH meter
4. EC meter
5. Oxygen meter
6. เครื่องวัดคลอโรฟิลล์
7. เมล็ดพันธุ์ผัก
8. กระบะเพาะเมล็ด
9. ถ้วยเพาะเมล็ด ขนาด 2 นิ้ว
10. สารเคมีที่ใช้ในสูตรสารละลายธาตุอาหาร

วิธีการ

เริ่มทำการทดลอง วันที่ 1 ตุลาคม 2543 ซึ่งมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. การเตรียมระบบ

- 1.1 นำโครงเหล็กสำเร็จรูปมาต่อเป็นโต๊ะที่มีความยาว 6 เมตร กว้าง 1.5 เมตร โดยให้มีความลาดเทเท่ากับ 2%
- 1.2 วางรางพลาสติกซึ่งเจาะรูเป็นหลุมไว้สำหรับใส่ต้นกล้าโดยให้ระยะปลูกเท่ากับ 25x30 cm. จำนวนหลุมทั้งหมด 108 หลุม นำมาวางบนโต๊ะที่เตรียมไว้ให้ห่างกันจำนวน 9 ราง
- 1.3 นำรางพลาสติกมาตัดเป็นท่อนเพื่อทำเพื่อทำเป็นท่อน้ำทิ้งโดยการเจาะรูด้านข้างให้ปลายรางสอดเข้าได้และเจาะรูด้านใต้เพื่อนำท่อพีวีซีมาต่อเป็นท่อน้ำทิ้งกลับลงถึงสารละลาย
- 1.4 ทำการจัดราง โดย 1 treatment จะมีราง 3 ราง
- 1.5 ติดตั้งปั๊มในถังสารละลายแต่ละถังเพื่อปั๊มน้ำจากถังให้ไหลไปตามท่อพีวีซียังต้นรางเจาะรูด้านข้างถึงสารละลายเพื่อรับน้ำกลับ

2. การเพาะต้นกล้าและการปลูก

- 2.1 ทำกระบะเพาะกล้าขนาด 160x200x20 cm. ติดตั้งระบบให้สารละลายตลอดเวลา
- 2.2 นำถัวยพลาสติกขนาด 2 นิ้ว มาบรรจุวัสดุปลูก โดยใช้เพอไลต์และใยหินปลูกกะหล่ำอิตาเลียน
- 2.3 ใส่เมล็ดพันธุ์ลงในวัสดุเพาะกล้าถัวยละ 2 เมล็ด นำไปวางในกระบะเพาะกล้าและวางไว้ในที่มีแดดรำไรสองถึง
- 2.4 เมื่อต้นกล้าอายุได้ 2 สัปดาห์ ถอนต้นกล้าที่ไม่สมบูรณ์ออก 1 ต้น ทำการย้ายต้นกล้ามาลงรางให้ครบทุกหลุม
- 2.5 เตรียมผสมสารละลายธาตุอาหารแต่ละสูตรลงถังสารละลาย และทำการเดินระบบสารละลายธาตุอาหาร
- 2.6 ทำการฉีดปุ๋ยปลา 2 สัปดาห์/ครั้ง ที่ความเข้มข้นต่างกันคือ 0 cc:น้ำ 20 ลิตร, 40 cc:น้ำ 20 ลิตร และ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงตำแหน่งการจัดป้ายปลา

ต้น/แถว	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	#	@	*	#	@	*	#	@	*
2	@	*	#	@	*	#	@	*	#
3	*	#	@	*	#	@	*	#	@
4	#	@	*	#	@	*	#	@	*
5	@	*	#	@	*	#	@	*	#
6	*	#	@	*	#	@	*	#	@
7	#	@	*	#	@	*	#	@	*
8	@	*	#	@	*	#	@	*	#
9	*	#	@	*	#	@	*	#	@
10	#	@	*	#	@	*	#	@	*
11	@	*	#	@	*	#	@	*	#
12	*	#	@	*	#	@	*	#	@
	100:0			97:3			94:6		

กำหนด # 80 cc: 20 l

@ 40 cc: 20 l

* 0 cc: 20 l

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร

- สูตรสารละลายแต่ละ treatment

สูตรสารละลายแต่ละ treatment จะต่างกันที่ธาตุอาหารหลัก ส่วนธาตุอาหารรองจะเหมือนกัน เพราะฉะนั้นจะนำเสนอแต่ธาตุอาหารหลักเท่านั้น (millimol/liter)

ตารางที่ 2 แสดงสูตรสารละลายแต่ละ treatment (millimol/liter)

ธาตุอาหาร	Treatment		
	100:0	97:3	94:6
NO ₃	18	17.5	16.9
H ₂ PO ₄	2	2	2
SO ₄	1	1.8	1.69
NH ₄	0	0.55	1.1
K	11	9.93	9.33
Ca	5	9.02	8.47
Mg	1	1.8	1.69

ตารางที่ 3 สูตรสารละลายแต่ละ treatment เป็นน้ำหนักปุ๋ย ธาตุอาหารหลักหน่วยเป็นกิโลกรัม (Kg)ธาตุอาหารรองหน่วยเป็นกรัม (g) ผสมได้ 2000 ลิตร (10 ลิตร 200 เท่า)

สาร	ปุ๋ย	Treatment		
		100:0	97:3	94:6
A	Ca(NO ₃) ₂	1.866	1.768	1.661
	KNO ₃	0.856	0.801	0.740
	Fe-Chelate	0.037	0.037	0.037
B	KNO ₃	0.856	0.801	0.740
	KH ₂ PO ₄	0.544	0.544	0.544
	NH ₄ NO ₃	0.000	0.088	0.176
	MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.468	0.444	0.417
	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	2.275	2.275	2.275
	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.406	0.406	0.406
	MnSO ₄ ·4H ₂ O	3.438	3.438	3.438
	H ₃ BO ₃	5.735	5.735	5.735
	(NH ₄) ₂ MoO ₄	0.240	0.240	0.240

(ที่มา:อิทธิสุนทร, 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทำสดีอกสารละลายธาตุอาหารเข้มข้น
นำสาร A และ B มาชั่งตามกำหนดแต่ละ treatment
นำสาร A และ B ของแต่ละ treatment ผสมรวมกันแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 10 ลิตร
- วิธีการเตรียมสารละลายธาตุอาหาร
นำสดีอกสาร A และ B ในอัตราส่วน 1:1 ผสมลงในน้ำประปาให้ได้ค่า EC=1.2 dS/m
และปรับ pH ด้วยกรดไนตริก (HNO_3) เจือจาง ให้ได้ค่าประมาณ 5.80-6.0

4. การบันทึกข้อมูล

ข้อมูลระหว่างการปลูก

- วัดค่า pH, EC, Oxygen และอุณหภูมิในถังสารละลายทุกวันเว้นวัน
- วัดค่าคลอโรฟิลล์ก่อนเก็บผลทุกต้น
- เก็บตัวอย่างสารละลายเพื่อนำไปวิเคราะห์และเปลี่ยนสารละลายใหม่ทุก 10 วัน

ข้อมูลหลังการปลูก

- ชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง
- วิเคราะห์สารละลายธาตุอาหารเพื่อหา N (NH_4^+ และ NO_3^-)
- วิเคราะห์ดินพืชเพื่อหา N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn และ Fe

5. การวางแผนวิธีการศึกษา

- การทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial Experiment)
กำหนด Factor A คือ Ammonium:Nitrate มี 3 ระดับ
Ammonium 0%
Ammonium 3%
Ammonium 6%
- กำหนด Factor B คือ ความเข้มข้นของปุ๋ยปลา มี 3 ระดับ
80 cc:20 ลิตร
40 cc:20 ลิตร
0 cc:20 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สถานที่ทำการทดลอง

อาคารที่ 5 อาคารเจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

7. ระยะเวลาทำการทดลอง

1 ตุลาคม 2543 ถึง 2 มีนาคม 2544



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. pH และ EC ของสารละลายธาตุอาหาร

จากการทดลองวัดค่า pH และ EC ทุกวันเว้นวันนั้น ค่า pH ของพืชจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่ไม่มากนักในทุก treatment โดย treatment 100:0 ค่า pH จะมากกว่าใน treatment 97:3 และ 94:6 (ตารางภาคผนวกที่ 4 และ 5, กราฟภาคผนวกที่ 1และ2) และค่า pH จะค่อนข้างคงที่ ช่วงกลางทุก treatment (ตารางภาคผนวกที่ 6-8, กราฟภาคผนวกที่ 3-5) และจะค่อยๆ ลดลงใน ช่วงสุดท้าย (ตารางภาคผนวกที่ 9, กราฟภาคผนวกที่ 6) ตลอดการทดลอง treatment 94:6 จะมี ค่า pH น้อยสุด รองลงมา treatment 97:3 (ตารางภาคผนวกที่ 4-9, กราฟภาคผนวกที่ 1-6)

ส่วนค่า EC ค่าจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกทุก treatment (ตารางภาคผนวกที่ 4, กราฟภาคผนวกที่ 7)และลดลงอย่างรวดเร็วทุก treatment จนถึงระดับที่กำหนด (EC=1.2 dS/m) (ตารางภาคผนวกที่ 5, กราฟภาคผนวกที่ 8) ค่าจะค่อนข้างคงที่ในช่วงกลางทุก treatment (ตาราง ภาคผนวกที่ 6 และ 7, กราฟภาคผนวกที่ 9 และ 10)และจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงสุดท้าย (ตารางภาคผนวกที่ 8 และ 9, กราฟภาคผนวกที่ 11 และ 12) ตลอดการทดลองวัดค่า EC ทุก treatment จะมีค่าไม่ค่อยแตกต่างกัน (ตารางภาคผนวกที่ 4-9, กราฟภาคผนวกที่ 7-12)

2. ออกซิเจนและอุณหภูมิในถังสารละลายธาตุอาหาร

จากการวัดค่าออกซิเจนและอุณหภูมิทุกวันเว้นวัน ค่าออกซิเจนจะลดลงอย่างรวดเร็วและ ค่อยๆ เพิ่มขึ้นอย่างเล็กน้อยในช่วงแรกทุก treatment (ตารางภาคผนวกที่ 4 และ 5, กราฟ ภาคผนวกที่ 13)และคงที่ทุก treatment ในช่วงกลาง (ตารางภาคผนวกที่ 6 และ 7, กราฟ ภาคผนวกที่ 13)ในช่วงสุดท้ายค่าออกซิเจนจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นทุก treatment (ตารางภาคผนวกที่ 8 และ 9, กราฟภาคผนวกที่ 13) โดยตลอดการทดลองวัดค่าออกซิเจนทุก treatment ค่าจะไม่ แตกต่างกันอย่างนัก (ตารางภาคผนวกที่ 4-9, กราฟภาคผนวกที่ 13)

ส่วนค่าอุณหภูมิตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโตของพืชค่าจะค่อนข้างคงที่ โดยมีอุณหภูมิ ระหว่าง 27-32 °C (ตารางภาคผนวกที่ 4-9, กราฟภาคผนวกที่ 14)

3. น้ำหนักสดของใบพืช

จากการสุ่ม treatment ละ 12 ต้น แต่ละ treatment แบ่งเป็นฉีดปุ๋ยปลา 3 ระดับ ระดับละ 4 ต้น มาทำการชั่งน้ำหนักปรากฏว่า ใน treatment 100:0 จะมีน้ำหนักสดเฉลี่ยมากที่สุด คือ 185.56 กรัม รองลงมาคือ treatment 97:3 คือ 177.79 กรัม และ treatment 94:6 มีค่าน้อยสุดคือ 152.35 กรัม ซึ่งจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวกที่ 11, กราฟภาคผนวกที่ 16, ตารางสถิติที่ 1)

ถ้าเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยปลา 3 ระดับ ที่ระดับ 80cc:น้ำ 20 ลิตร จะมีค่ามากกว่าระดับอื่น เพียงเล็กน้อย รองลงมาที่ระดับ 0 cc:น้ำ 20 ลิตร และ 40 cc:น้ำ 20 ลิตร คือ 180.56 กรัม, 174.74 กรัม และ 160.42 กรัม ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวกที่ 11, กราฟภาคผนวกที่ 16, ตารางสถิติที่ 1)

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง treatment และปุ๋ยปลา treatment 100:0 และปุ๋ยปลาที่ระดับ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร จะมีน้ำหนักสดเฉลี่ยมากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวกที่ 13, กราฟภาคผนวกที่ 16, ตารางสถิติที่ 1)

4. น้ำหนักแห้งของใบพืช

จากการนำพืชที่ชั่งน้ำหนักสดแล้วไปอบให้แห้งและทำการชั่งน้ำหนักแห้ง เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง treatment พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 treatment โดย treatment 100:0 มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยมากที่สุด 19.54 กรัม รองลงมา treatment 97:3 น้ำหนัก 19.39 กรัม และ treatment 94:6 มีค่าน้อยสุดคือ 17.74 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวกที่ 12, กราฟภาคผนวกที่ 17, ตารางสถิติที่ 2)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยปลา 3 ระดับ จะไม่แตกต่างกันมาก ปุ๋ยปลาที่ระดับ 0 cc:น้ำ 20 ลิตร มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยมากที่สุดคือ 19.86 กรัม รองลงมาที่ระดับ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร และ 40 cc:น้ำ 20 ลิตร คือ 19.49 กรัม และ 17.33 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวกที่ 12, กราฟภาคผนวกที่ 17, ตารางสถิติที่ 2)

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง treatment และปุ๋ยปลา พบว่า treatment 97:3 และปุ๋ยปลา ระดับ 0 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุดคือ 21.73 กรัม แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวกที่ 12, กราฟภาคผนวกที่ 17, ตารางสถิติที่ 2)

5. น้ำหนักสดของดอก

จากการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบ treatment พบว่า treatment 100:0 มีค่ามากที่สุดคือ 60.43 กรัม รองลงมา treatment 97:3 และ treatment 94:6 คือ 49.79 กรัม และ 30.6 กรัม ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 13, กราฟภาคผนวกที่ 18, ตารางสถิติที่ 3)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยปลา ที่ระดับ 40 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุดคือ 53.44 กรัม รองลงมาคือ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร และ 0 cc:น้ำ 20 ลิตร คือ 49.52 กรัม และ 37.79 กรัม ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 13, กราฟภาคผนวกที่ 18, ตารางสถิติที่ 3)

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง treatment และปุ๋ยปลา treatment 94:6 และปุ๋ยปลาระดับ 40 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยมากที่สุดคือ 82.79 กรัม น้อยที่สุดคือ treatment 94:6 และระดับ 0 cc:น้ำ 20 ลิตร (44.95 กรัม) แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 13, กราฟภาคผนวกที่ 18, ตารางสถิติที่ 3)

6. น้ำหนักแห้งของดอก

เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง treatment พบว่า treatment 94:6, 97:3 และ 100:0 มีค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 9.13 กรัม, 8.40 กรัม และ 7.71 กรัม ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 14, กราฟภาคผนวกที่ 19, ตารางสถิติที่ 4)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยปลาที่ระดับ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร, 40 cc:น้ำ 20 ลิตร และ 0 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 9.46 กรัม, 9.08 กรัม และ 6.17 กรัม ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 14, กราฟภาคผนวกที่ 19, ตารางสถิติที่ 4)

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง treatment และปุ๋ยปลา treatment 94:6 และปุ๋ยปลาระดับ 40 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยมากที่สุดคือ 14.43 กรัม แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 14, กราฟภาคผนวกที่ 19, ตารางสถิติที่ 4)

7. น้ำหนักสดของดอกและลำต้น

จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง treatment พบว่า treatment 100:0, 97:3 และ 94:6 มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ย 312.61 กรัม, 294.05 กรัม และ 245.09 กรัม ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวกที่ 15, กราฟภาคผนวกที่ 20, ตารางสถิติที่ 5)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยปลาที่ระดับ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร, 0 cc:น้ำ 20 ลิตร และ 40 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ย 295.86 กรัม, 279.54 กรัม และ 276.36 กรัม ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวกที่ 15, กราฟภาคผนวกที่ 20, ตารางสถิติที่ 5)

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง treatment และปุ๋ยปลา treatment 100:0 และปุ๋ยปลาระดับ 40 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุดคือ 330.84 กรัม ส่วนค่าน้ำหนักที่น้อยที่สุดคือ 225.87 กรัม ที่ treatment 94:6 และปุ๋ยปลาระดับ 40 cc:น้ำ 20 ลิตร แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวกที่ 15, กราฟภาคผนวกที่ 20, ตารางสถิติที่ 5)

8. น้ำหนักแห้งของดอกและลำต้น

เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง treatment พบว่า treatment 100:0, 97:3 และ 94:6 มีค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 36.41 กรัม, 29.96 กรัม และ 26.94 กรัม ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวกที่ 16, กราฟภาคผนวกที่ 21, ตารางสถิติที่ 6)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยปลาที่ระดับ 0 cc:น้ำ 20 ลิตร, 40 cc:น้ำ 20 ลิตร และ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 34.78 กรัม, 30.91 กรัม และ 27.63 กรัม ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวกที่ 16, กราฟภาคผนวกที่ 21, ตารางสถิติที่ 6)

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง treatment และปุ๋ยปลา treatment 100:0 และปุ๋ยปลาระดับ 40 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุดคือ 38.26 กรัม ส่วน treatment 94:6 และปุ๋ยปลาระดับ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่าน้อยที่สุดคือ 23.97 กรัม แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวกที่ 16, กราฟภาคผนวกที่ 21, ตารางสถิติที่ 6)

9. คลอโรฟิลล์

จากการวัดค่าคลอโรฟิลล์ของต้นพืชแล้วทำการสุ่ม treatment ละ 12 ต้น และภายใน treatment มีการฉีดปุ๋ยปลา 3 ระดับ ระดับละ 4 ต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง treatment พบว่า treatment 94:6 มีค่ามากที่สุดคือ 64.83 รองลงมาคือ treatment 97:3 และ 100:0 มีค่าเฉลี่ย 64.61 และ 62.98 ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 10, กราฟภาคผนวกที่ 15, ตารางสถิติที่ 7)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยปลาพบว่า ระดับ 40 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุดคือ 64.46 รองลงมาระดับ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร และ 0 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่า 64.03 และ 63.94 ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 10, กราฟภาคผนวกที่ 15, ตารางสถิติที่ 7)

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง treatment และปุ๋ยปลา treatment 94:6 และระดับ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร จะมีค่ามากที่สุดคือ 65.95 ส่วนค่าที่น้อยที่สุดคือ 61.78 ที่ treatment 100:0 และระดับ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 10, กราฟภาคผนวกที่ 15, ตารางสถิติที่ 7)

10. ค่าวิเคราะห์หา N (NH_4^+ และ NO_3^-) ในสารละลาย

จากการนำตัวอย่างสารละลายมาวิเคราะห์หา NH_4^+ และ NO_3^- ค่าที่ได้ในช่วงอายุการเจริญเติบโตของพืช 21 วัน พบว่า treatment 94:6 จะมีมากที่สุด รองลงมา 97:3 และ 100:0 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าถูกต้องตามที่ได้กำหนดการทดลองเอาไว้ และเมื่ออายุของพืชมากขึ้น ค่า NH_4^+ จะลดลงเรื่อยๆ (ตารางภาคผนวกที่ 17, กราฟภาคผนวกที่ 22, ตารางสถิติที่ 8) ส่วนค่า NO_3^- ทุก treatment ตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโตของพืชจะเปลี่ยนแปลงไม่มาก นอกจากช่วงสุดท้ายของอายุพืชจะมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัด(ตารางภาคผนวกที่ 17, กราฟภาคผนวกที่ 23, ตารางสถิติที่ 9)

11. ค่าวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในพืช

จากการสุ่มต้นพืช 36 ต้น แล้วนำไปวิเคราะห์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง treatment พบว่า ค่าไนโตรเจนเฉลี่ย treatment 97:3 มากที่สุด รองลงมาคือ 100:0 และ 94:6 มีค่าดังนี้ 5.1604%, 5.1461% และ 4.9165% ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 18, กราฟภาคผนวกที่ 24, ตารางสถิติที่ 10)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยปลา ที่ระดับ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ 0 cc:น้ำ 20 ลิตร และ 40 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่าดังนี้ 5.1888%, 5.0732% และ 4.961% ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 18, กราฟภาคผนวกที่ 24, ตารางสถิติที่ 10)

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง treatment และปุ๋ยปลา ที่ treatment 100:0 และ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุดคือ 5.4606% แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 18, กราฟภาคผนวกที่ 24, ตารางสถิติที่ 10)

12. ค่าวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในพืช

ค่าเฉลี่ยของฟอสฟอรัส treatment ที่มากที่สุดคือ treatment 97:3 รองลงมา 94:6 และ 100:0 มีค่าดังนี้ 0.5707%, 0.4775% และ 0.4655% ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 19, กราฟภาคผนวกที่ 25, ตารางสถิติที่ 11)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยปลา ที่ระดับ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ 40 cc:น้ำ 20 ลิตร และ 0 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่าดังนี้ 0.5185%, 0.5% และ 0.4952% ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวกที่ 19, กราฟภาคผนวกที่ 25, ตารางสถิติที่ 11)

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง treatment และปุ๋ยปลา ที่ treatment 97:3 และ 0 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุดคือ 0.5929% แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 19, กราฟภาคผนวกที่ 25, ตารางสถิติที่ 11)

13. คำวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในพืช

เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง treatment ค่าเฉลี่ยของโพแทสเซียม treatment ที่มากที่สุดคือ treatment 97:3 รองลงมาคือ 100:0 และ 94:6 มีค่าดังนี้ 4.66%, 4.652% และ 4.274% ตามลำดับ โดย treatment 94:6 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับ treatment 100:0 และ 97:3 (ตารางภาคผนวกที่ 20, กราฟภาคผนวกที่ 26, ตารางสถิติที่ 12)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยปลา ที่ระดับ 40 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ 0 cc:น้ำ 20 ลิตร และ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่าเรียงตามลำดับคือ 4.66%, 4.5166% และ 4.4094% แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวกที่ 20, กราฟภาคผนวกที่ 26, ตารางสถิติที่ 12)

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง treatment และปุ๋ยปลา ที่ treatment 97:3 และ 40 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุดคือ 4.8631% แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวกที่ 20, กราฟภาคผนวกที่ 26, ตารางสถิติที่ 12)

14. คำวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมในพืช

เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง treatment 3 treatment พบว่า treatment 100:0 มีค่าเฉลี่ยแมกนีเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ 97:3 และ 94:6 มีค่าเรียงตามลำดับดังนี้ 0.507%, 0.4817% และ 0.4525% แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวกที่ 21, กราฟภาคผนวกที่ 27, ตารางสถิติที่ 13)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยปลา ที่ระดับ 40 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร และ 0 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่าเรียงตามลำดับคือ 0.4907%, 0.4893% และ 0.4613% แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวกที่ 21, กราฟภาคผนวกที่ 27, ตารางสถิติที่ 13)

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง treatment และปุ๋ยปลา ที่ treatment 100:0 และ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุดคือ 0.5419% แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวกที่ 21, กราฟภาคผนวกที่ 27, ตารางสถิติที่ 13)

15. ค่าวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในพืช

เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง treatment พบว่า treatment 100:0 มีค่าเฉลี่ยแคลเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ 97:3 และ 94:6 มีค่าเรียงตามลำดับดังนี้ 5.8886%, 5.431% และ 5.2155% แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 22, กราฟภาคผนวกที่ 28, ตารางสถิติที่ 14)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยปลา ที่ระดับ 40 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร และ 0 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่าเรียงตามลำดับคือ 5.6678%, 5.5413% และ 5.3261% แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 22, กราฟภาคผนวกที่ 28, ตารางสถิติที่ 14)

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง treatment และปุ๋ยปลา ที่ treatment 100:0 และ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุดคือ 6.3104% แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 22, กราฟภาคผนวกที่ 28, ตารางสถิติที่ 14)

16. ค่าวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีสในพืช

เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง treatment พบว่า treatment 94:6 มีค่าเฉลี่ยแมงกานีสมากที่สุด รองลงมาคือ 97:3 และ 100:0 มีค่าเรียงตามลำดับดังนี้ 111.0513 ppm, 107.3476 ppm และ 106.2333 ppm แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 23, กราฟภาคผนวกที่ 29, ตารางสถิติที่ 15)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยปลา ที่ระดับ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ 40 cc:น้ำ 20 ลิตร และ 0 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่าเรียงตามลำดับคือ 118.9776 ppm, 108.5582 ppm และ 97.0963 ppm แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวกที่ 23, กราฟภาคผนวกที่ 29, ตารางสถิติที่ 15)

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง treatment และปุ๋ยปลา ที่ treatment 100:0 และ 40 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุดคือ 126.3904 ppm แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความ -
 เชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 23, กราฟภาคผนวกที่ 29, ตารางสถิติที่ 15)

17. ค่าวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในพืช

treatment ที่มีค่าเฉลี่ยทองแดงมากที่สุดคือ treatment 100:0 รองลงมาคือ 97:3 และ 94:6 มีค่าเรียงตามลำดับดังนี้ 5.8729 ppm, 5.666 ppm และ 3.3919 ppm แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 24, กราฟภาคผนวกที่ 30, ตารางสถิติที่ 16)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยปลา ที่ระดับ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ 0 cc:น้ำ 20 ลิตร และ 40 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่าเรียงตามลำดับคือ 5.9698 ppm, 4.9412 ppm และ 4.0198 ppm แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 24, กราฟภาคผนวกที่ 30, ตารางสถิติที่ 16)

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง treatment และปุ๋ยปลา ที่ treatment 97:3 และ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุดคือ 8.5061 ppm แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 24, กราฟภาคผนวกที่ 30, ตารางสถิติที่ 16)

18. ค่าวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีในพืช

treatment ที่มีค่าเฉลี่ยสังกะสีมากที่สุดคือ treatment 100:0 รองลงมาคือ 94:6 และ 97:3 มีค่าเรียงตามลำดับดังนี้ 231.8741 ppm, 193.5952 ppm และ 190.9283 ppm โดย treatment 100:0 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับ treatment 97:3 และ 94:6(ตารางภาคผนวกที่ 25, กราฟภาคผนวกที่ 31, ตารางสถิติที่ 17)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยปลา ที่ระดับ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ 40 cc:น้ำ 20 ลิตร และ 0 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่าเรียงตามลำดับคือ 215.1396 ppm, 204.3361 ppm และ 196.922 ppm แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 25, กราฟภาคผนวกที่ 31, ตารางสถิติที่ 17)

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง treatment และปุ๋ยปลา ที่ treatment 100:0 และ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุดคือ 253.7331 ppm แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 25, กราฟภาคผนวกที่ 31, ตารางสถิติที่ 17)

19. ค่าวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในพืช

treatment ที่มีค่าเฉลี่ยเหล็กมากที่สุดคือ treatment 94:6 มีค่า 279.9435 ppm รองลงมาคือ 100:0 และ 97:3 มีค่าเรียงตามลำดับดังนี้ 239.2904 ppm, และ 233.3728 ppm แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 26, กราฟภาคผนวกที่ 32, ตารางสถิติที่ 18)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยปลา ที่ระดับ 40 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุดคือ 269.865 ppm รองลงมาคือ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร และ 0 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่าเรียงตามลำดับคือ 250.5535 ppm, และ 232.1882 ppm แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 26, กราฟภาคผนวกที่ 32, ตารางสถิติที่ 18)

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง treatment และปุ๋ยปลา ที่ treatment 94:6 และ 80 cc:น้ำ 20 ลิตร มีค่ามากที่สุดคือ 334.3307 ppm แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%(ตารางภาคผนวกที่ 26, กราฟภาคผนวกที่ 32, ตารางสถิติที่ 18)

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการบันทึกข้อมูลของค่า pH และ EC ตลอดการเจริญเติบโตของพืช พบว่า ค่า pH และ EC ไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ถ้าพิจารณาในการควบคุม ค่า pH ของสารละลายสำหรับการทดลองที่มี NH_4^+ เป็นองค์ประกอบคือ 97:3 และ 94:6 จะมี ส่วนช่วยในการควบคุมค่า pH ไม่ให้สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ treatment ที่ไม่มี NH_4^+ คือ 100:0 ส่วนค่า EC นั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ บางช่วงมีค่าสูงเพราะพืชมีการดูดใช้น้ำมากกว่า สารละลายธาตุอาหารทำให้ค่า EC เพิ่มขึ้น ออกซิเจนและอุณหภูมิไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยตลอดการเจริญเติบโตมีค่าค่อนข้างคงที่ ค่าคลอโรฟิลล์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยแต่ละ treatment และปุ๋ยปลาแต่ละระดับจะมีค่าใกล้เคียงกันมาก ค่าน้ำหนักสดทั้งลำต้น ใบและ ดอกก็ไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับน้ำหนักแห้งทั้งลำต้น ใบและ ดอกก็ไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าวิเคราะห์หา NH_4^+ และ NO_3^- ใน สารละลาย จากผลการวิเคราะห์พบว่า treatment 100:0 (NH_4^+ 0%) วิเคราะห์พบ NH_4^+ อาจ เป็นเพราะปุ๋ย $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ มี NH_4^+ เป็นองค์ประกอบอยู่เพียงเล็กน้อย ส่วนค่า NO_3^- จะเพิ่มขึ้นหรือ ลดลงบ้าง ที่ลดลงเนื่องจากพืชดูดธาตุเหล่านี้ไปใช้ในการเจริญเติบโตและที่เพิ่มขึ้นอาจเป็นเพราะ ในการเก็บตัวอย่างสารละลายแต่ละครั้งจะทำการผสมสารละลายธาตุอาหารใหม่ทุกครั้งอาจทำให้ ค่าวิเคราะห์มีค่าเพิ่มขึ้นได้ ส่วนค่าวิเคราะห์พืชเมื่อเปรียบเทียบทั้ง treatment, ปุ๋ยปลา และทั้ง treatment และปุ๋ยปลาจะพบว่า ค่า K และ Zn ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการเปรียบเทียบแต่ละ treatment โดยธาตุโพแทสเซียม treatment 94:6 มีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเป็นเพราะมีการเจริญเติบโตช้ากว่า 2 treatment คือ treatment 100:0 และ 97:3 ส่วนธาตุสังกะสี treatment 100:0 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ treatment 97:3 และ 94:6 ส่วนธาตุอื่นไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2544.เอกสารประกอบการฝึกอบรม การปลูกพืชไม่ใช้ดิน รุ่นที่ 3.
ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบังร่วมกับวารสารเคหการเกษตร, กรุงเทพฯ .137 หน้า

อุดม โกสสัยสุก. 2530. การปลูกผักกินดอกและกินหัว, กรุงเทพฯ. 37 หน้า

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.

Max Davidson . 1977. Basic Vegetable Gardening . Marshall Cavendish Ltd. , London .
64 p.

Philippe Vaast, Robert J. Zasoski, and Caroline S. Bledsoe . 1998 . Effects of Solution
pH, Temperature, Nitrate/Ammonium Ratios, and Inhibitors on Ammonium and
Nitrate Uptake by Arabica Coffee in Short-Term Solution Culture . Journal of
Plant Nutrition . 21(7) : 1551-1564.

Walter E. Splittstoesser. 1984. Vegetable Growing Handbook. The AVI Publishing Co.,
Inc., Westport. 325 p.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงค่า pH ,EC ,Oxygen และอุณหภูมิ ของสารละลายในถังสารละลาย
ของพืช ระหว่างวันที่ 17-23 ต.ค. 2543

วันที่/ต.ค./2543	Treatment	pH	EC (dS/m)	Oxygen (mg/l)	อุณหภูมิ(°C)
17	100:0	5.87	1.4	7.9	26.9
	97:3	5.89	1.3	7.2	29.4
	94:6	5.78	1.3	7	29.4
19	100:0	6.1	1.2	7.1	31.2
	97:3	6.02	1.3	6.9	30.1
	94:6	5.84	1.3	6.9	30.6
21	100:0	6.49	1.6	7.2	30.1
	97:3	6.03	1.4	7	30.2
	94:6	5.64	1.5	7.3	30.6
23	100:0	6.57	1.8	7.4	29.6
	97:3	6.11	1.7	7.2	30.5
	94:6	5.94	1.8	7.7	29.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงค่า pH ,EC ,Oxygen และอุณหภูมิ ของสารละลายในถังสารละลาย
ของพืช ระหว่างวันที่ 25-31 ต.ค. 2543

วันที่/ต.ค./2543	Treatment	pH	EC (dS/m)	Oxygenn(mg/l)	อุณหภูมิ (°C)
25	100:0	6.61	1.4	7.7	29.8
	97:3	6.28	1.3	7.1	30.1
	94:6	6.13	1.3	7.8	30.4
27	100:0	6.65	1.4	7.5	31.1
	97:3	6.48	1.4	7.2	31.5
	94:6	6.75	1.2	7.6	30.9
29	100:0	6.72	1.6	7.3	32
	97:3	6.89	1.3	7.4	32.6
	94:6	6.61	1.4	7.1	31.8
31	100:0	5.68	1.3	7.1	31.8
	97:3	5.8	1.3	7.2	32.3
	94:6	5.83	1.3	7	31.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงค่า pH ,EC ,Oxygen และอุณหภูมิ ของสารละลายในถังสารละลาย
ของพืช ระหว่างวันที่ 2-8 พ.ย. 2543

วันที่/พ.ย./2543	Treatment	pH	EC (dS/m)	Oxygen (mg/l)	อุณหภูมิ (°C)
2	100:0	6.87	1.3	7.3	31.2
	97:3	6.98	1.3	7.2	31.7
	94:6	6.63	1.3	7.2	30.9
4	100:0	7.15	1.3	7.4	29.4
	97:3	6.94	1.3	7.1	29.3
	94:6	6.2	1.2	7	29.1
6	100:0	6.94	1.3	7.2	30.8
	97:3	6.97	1.4	6.9	30.5
	94:6	7.26	1.3	6.9	30.1
8	100:0	7.36	1.2	7.4	30.5
	97:3	7.34	1.3	7.3	30.2
	94:6	6.5	1.3	7.2	29.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงค่า pH ,EC ,Oxygen และอุณหภูมิ ของสารละลายในถังสารละลาย
ของพืช ระหว่างวันที่ 10-17 พ.ย. 2543

วันที่/พ.ย./2543	Treatment	pH	EC (dS/m)	Oxygen (mg/l)	อุณหภูมิ(°C)
10	100:0	6.83	1.3	7.4	30.3
	97:3	6.85	1.3	7.4	30.1
	94:6	6.68	1.3	7.5	29.9
13	100:0	7.58	1.4	7.3	30.1
	97:3	7.63	1.3	7.6	30.4
	94:6	7.21	1.3	7.3	29.8
15	100:0	7.58	1.5	7.4	30.5
	97:3	7.57	1.2	7.2	30.1
	94:6	6.34	1.5	7.3	29.9
17	100:0	7.39	1.3	7.2	30.3
	97:3	6.64	1.3	7	29.7
	94:6	6.67	1.3	7.1	30.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงค่า pH ,EC ,Oxygen และอุณหภูมิ ของสารละลายในถังสารละลาย
ของพืช ระหว่างวันที่ 19-25 พ.ย. 2543

วันที่/พ.ย./2543	Treatment	pH	EC (dS/m)	Oxygen (mg/l)	อุณหภูมิ (°C)
19	100:0	7.38	1.3	7.4	30.9
	97:3	7.15	1.3	7.2	30.3
	94:6	6.45	1.4	7.4	30.5
21	100:0	7.45	1.8	7.1	30.5
	97:3	7.21	1.5	7.5	30.7
	94:6	6.91	1.6	7.6	30.9
23	100:0	7.41	1.2	7.5	30.7
	97:3	7.19	1.2	7.6	30.9
	94:6	6.82	1.1	7.8	31.2
25	100:0	7.38	1.6	7.8	31.1
	97:3	7.11	1.4	7.5	30.6
	94:6	6.83	1.2	7.9	30.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 9 แสดงค่า pH ,EC ,Oxygen และอุณหภูมิ ของสารละลายในถังสารละลาย
ของพืช ระหว่างวันที่ 27-29 พ.ย. และ 1 ธ.ค. 2543

วันที่/พ.ย.-ธ.ค./2543	Treatment	pH	EC (dS/m)	Oxygen (mg/l)	อุณหภูมิ (°C)
27	100:0	7.24	1.7	7.6	31.4
	97:3	5.97	1.6	7.7	31.2
	94:6	5.56	1.7	7.8	30.6
29	100:0	6.82	1.5	7.5	30.8
	97:3	6.78	1.3	7.9	31.3
	94:6	6.46	1.3	7.7	30.7
1	100:0	6.81	1.8	7.8	30.5
	97:3	6.39	1.8	8.1	30.6
	94:6	6.45	1.4	8.2	29.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 10 ตารางแสดงค่าการวัด chlorophyll ของต้นพืช

ลำดับ	Plot	Treatment			รวม	
		100:0	97:3	94:6		
1	1	57.6	64.7	64.2	186.5	
2	1	63.1	65	68.5	196.6	
3	1	60.5	60.9	69.9	191.3	
4	1	65.9	66.8	61.2	193.9	
	เฉลี่ย	61.78	64.35	65.95	768.3	64.03
5	2	67.1	69.6	61.4	198.1	
6	2	68.3	65.2	66.6	200.1	
7	2	61.9	66.3	59.1	187.3	
8	2	59.5	60.8	67.7	188	
	เฉลี่ย	64.2	65.48	63.7	773.5	64.46
9	3	63.7	62.4	67.3	193.4	
10	3	62.4	61.1	67	190.5	
11	3	59.6	62.7	64.5	186.8	
12	3	66.2	69.8	60.6	196.6	
	เฉลี่ย	62.98	64.61	64.85	767.3	63.94
	เฉลี่ย	62.98	64.61	64.83		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 11 แสดงค่าน้ำหนักสดของใบ (กรัม)

ลำดับ	Plot	Treatment			รวม	
		100:0	97:3	94:6		
1	1	144.71	175.32	199.09	519.12	
2	1	224.68	257.82	141.57	624.07	
3	1	215.21	150.83	175.34	541.38	
4	1	209.54	146.83	125.73	482.1	
	เฉลี่ย	198.54	182.7	160.43	2166.67	180.56
5	2	155.21	136.03	76.39	367.63	
6	2	167.74	138.10	189.97	495.81	
7	2	251.33	183.86	157.79	592.98	
8	2	170.40	177.70	120.46	468.56	
	เฉลี่ย	186.17	158.92	136.15	1924.98	160.42
9	3	167.59	163.25	199.60	530.44	
10	3	174.18	251.26	112.42	537.86	
11	3	202.92	202.45	122.58	527.95	
12	3	143.26	150.07	207.24	500.57	
	เฉลี่ย	171.99	191.76	160.46	2096.82	174.74
	เฉลี่ย	185.56	177.79	152.35		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 12 แสดงค่าน้ำหนักแห้งของใบ (กรัม)

ลำดับ	Plot	Treatment			รวม	
		100:0	97:3	94:6		
1	1	14.93	17.45	20.72	53.1	
2	1	25.04	26.21	13.98	65.23	
3	1	20.90	17.71	21.42	60.03	
4	1	19.72	19.01	16.73	55.46	
	เฉลี่ย	20.15	20.10	18.21	233.82	19.49
5	2	16.24	14.27	13.72	44.23	
6	2	17.59	14.32	19.57	51.48	
7	2	24.97	19.39	16.00	60.36	
8	2	21.64	17.46	12.81	51.91	
	เฉลี่ย	20.11	16.36	15.53	207.98	17.33
9	3	18.44	16.90	21.73	57.07	
10	3	18.45	30.13	15.85	64.43	
11	3	18.96	19.87	16.35	55.18	
12	3	17.65	20.00	23.94	61.59	
	เฉลี่ย	18.38	21.73	19.47	238.27	19.86
	เฉลี่ย	19.54	19.39	17.74		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 แสดงค่าน้ำหนักสดของดอก (กรัม)

ลำดับ	Plot	Treatment			รวม	
		100:0	97:3	94:6		
1	1	58.21	51.33	86.83	196.37	
2	1	76.24	65.98	24.91	167.13	
3	1	88.16	0.00	0.00	88.16	
4	1	79.11	63.45	0.00	142.56	
	เฉลี่ย	75.43	60.25	55.87	594.22	49.52
5	2	47.38	63.61	0.00	110.99	
6	2	42.74	29.10	0.00	71.84	
7	2	76.60	125.06	89.22	290.88	
8	2	53.87	37.33	76.35	167.55	
	เฉลี่ย	55.15	63.78	82.79	641.26	53.44
9	3	42.47	49.78	51.62	143.87	
10	3	37.47	81.45	0.00	118.92	
11	3	107.15	0.00	0.00	107.15	
12	3	15.70	29.53	38.27	83.50	
	เฉลี่ย	50.70	53.59	44.95	453.44	37.79
	เฉลี่ย	60.43	49.72	30.60		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 14 แสดงค่าน้ำหนักแห้งของดอก (กรัม)

ลำดับ	Plot	Treatment			รวม	
		100:0	97:3	94:6		
1	1	8.20	6.92	10.98	26.10	
2	1	8.83	19.01	3.08	30.92	
3	1	10.52	0.00	0.00	10.52	
4	1	8.89	8.71	0.00	17.6	
	เฉลี่ย	9.11	11.55	7.03	85.14	9.46
5	2	8.12	8.10	0.00	16.22	
6	2	4.97	3.45	0.00	8.42	
7	2	11.58	14.61	19.09	45.28	
8	2	6.66	4.44	9.76	20.86	
	เฉลี่ย	7.83	7.65	14.43	90.78	9.08
9	3	5.39	6.16	6.82	18.37	
10	3	4.57	8.89	0.00	13.46	
11	3	12.85	0.00	0.00	12.85	
12	3	1.98	3.78	5.07	10.83	
	เฉลี่ย	6.20	6.28	5.95	55.51	6.17
	เฉลี่ย	7.71	8.41	9.13		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 15 แสดงค่าน้ำหนักสดของดอกและลำต้น (กรัม)

ลำดับ	Plot	Treatment			รวม	
		100:0	97:3	94:6		
1	1	255.37	304.54	325.21	885.12	
2	1	368.02	410.63	228.98	1007.63	
3	1	350.48	210.97	315.57	877.02	
4	1	347.44	261.13	171.97	780.54	
	เฉลี่ย	330.33	296.82	260.43	3550.31	295.86
5	2	298.48	246.11	131.80	676.39	
6	2	273.09	217.29	266.56	756.94	
7	2	473.21	330.2	299.36	1102.77	
8	2	278.57	295.89	205.76	780.22	
	เฉลี่ย	330.84	272.37	225.87	3316.32	276.36
9	3	272.25	280.88	332.33	885.46	
10	3	278.45	411.49	165.65	855.59	
11	3	339.45	328.6	163.35	831.4	
12	3	216.51	230.89	334.59	781.99	
	เฉลี่ย	276.67	312.97	248.98	3354.44	279.54
	เฉลี่ย	312.61	294.05	245.09		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 16 แสดงค่าน้ำหนักแห้งของดอกและลำต้น (กรัม)

ลำดับ	Plot	Treatment			รวม	
		100:0	97:3	94:6		
1	1	28.18	40.49	37.20	105.87	
2	1	38.04	34.40	21.87	94.31	
3	1	33.75	24.09	36.82	94.66	
4	1	36.68	36.05	25.36	98.09	
	เฉลี่ย	34.16	24.75	23.97	331.52	27.63
5	2	30.87	25.66	21.72	78.25	
6	2	32.94	21.76	26.75	81.45	
7	2	50.56	38.00	32.37	120.93	
8	2	38.65	28.54	23.13	90.32	
	เฉลี่ย	38.26	28.49	25.99	370.95	30.91
9	3	30.03	35.09	41.13	106.25	
10	3	58.16	51.85	23.50	133.51	
11	3	31.92	29.86	21.27	83.05	
12	3	27.13	29.81	37.57	94.51	
	เฉลี่ย	36.81	36.65	30.87	417.32	34.78
	เฉลี่ย	36.41	29.96	26.94		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 17 แสดงค่าวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจน ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) และไนเตรทไนโตรเจน ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) ของสารละลายในถังสารละลายของพืช

อายุพืช (วัน)	treatment					
	100:0		97:3		94:6	
	NH_4^+ (ppm)	NO_3^- (ppm)	NH_4^+ (ppm)	NO_3^- (ppm)	NH_4^+ (ppm)	NO_3^- (ppm)
21	5.843	163.28	9.226	180.12	12.567	183.86
29	3.383	171.96	6.632	194.63	8.427	199.16
39	3.913	155.48	4.53	173.49	5.115	177.24
50	2.651	190.69	2.055	195.32	2.049	186.47
60	2.06	139.95	1.075	151.59	1.167	145.04
66	1.782	63.27	0.136	123.91	0.06	105.01

หมายเหตุ เมื่อทำการเก็บตัวอย่างสารละลายแต่ละครั้งแล้วจะทำการผสมสารละลายใหม่ทุกครั้ง

ตารางภาคผนวกที่ 18 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในพืช (เปอร์เซ็นต์)

ลำดับ	Plot	Treatment			รวม	
		100:0	97:3	94:6		
1	1	5.2697	5.1081	4.6119	14.9897	
2	1	5.2885	5.6431	5.0826	16.0142	
3	1	5.5584	5.3205	5.0565	15.9354	
4	1	5.7257	4.7718	4.8285	15.3260	
	เฉลี่ย	5.4606	5.2109	4.8949	62.2653	5.1888
5	2	4.3163	4.8548	4.7836	13.9547	
6	2	5.1600	5.0584	5.8189	16.0373	
7	2	5.0477	4.8995	4.7392	14.6864	
8	2	4.8110	5.3245	4.7176	14.8531	
	เฉลี่ย	4.8338	5.0343	5.0148	59.5315	4.9610
9	3	5.0533	5.3507	4.9054	15.3094	
10	3	5.3131	5.4861	4.3557	15.1549	
11	3	5.1158	5.5972	5.0371	15.7501	
12	3	5.0938	4.5100	5.0605	14.6643	
	เฉลี่ย	5.1440	5.2360	4.8397	60.8787	5.0732
	เฉลี่ย	5.1461	5.1604	4.9165		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 19 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในพืช (เปอร์เซ็นต์)

ลำดับ	Plot	Treatment			รวม	
		100:0	97:3	94:6		
1	1	0.4593	0.5911	0.1073	1.1577	
2	1	0.4530	0.6214	0.6298	1.7042	
3	1	0.4284	0.6769	0.4541	1.5594	
4	1	0.6631	0.4675	0.6702	1.8008	
	เฉลี่ย	0.5010	0.5892	0.4654	6.2221	0.5185
5	2	0.3928	0.4174	0.3810	1.1912	
6	2	0.6113	0.6141	0.7844	2.0098	
7	2	0.4511	0.4425	0.3995	1.2931	
8	2	0.4771	0.6457	0.3828	1.5056	
	เฉลี่ย	0.4831	0.5299	0.4869	5.9997	0.5000
9	3	0.3907	0.4739	0.4681	1.3327	
10	3	0.4660	0.6240	0.4177	1.5077	
11	3	0.4749	0.8226	0.4403	1.7378	
12	3	0.3188	0.4512	0.5944	1.3644	
	เฉลี่ย	0.4126	0.5929	0.4801	5.9426	0.4952
	เฉลี่ย	0.4655	0.5707	0.4775		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 20 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในพืช (เปอร์เซ็นต์)

ลำดับ	Plot	Treatment			รวม	
		100:0	97:3	94:6		
1	1	4.4208	4.2503	4.3647	13.0358	
2	1	4.5573	4.3910	4.8756	13.8239	
3	1	4.7728	4.6619	3.6803	13.115	
4	1	4.7574	3.9936	4.1875	12.9385	
	เฉลี่ย	4.6271	4.3242	4.2770	52.9132	4.4094
5	2	4.7574	4.5390	3.7222	13.0186	
6	2	4.7756	5.0797	4.2812	14.1365	
7	2	4.5347	4.4522	4.6795	13.6664	
8	2	5.2859	5.3813	4.4309	15.0981	
	เฉลี่ย	4.8384	4.8631	4.2785	55.9196	4.6600
9	3	4.5670	5.0696	3.7899	13.4265	
10	3	4.7113	4.7142	4.2704	13.6959	
11	3	4.8025	4.9335	4.5072	14.2432	
12	3	3.8807	4.4532	4.5002	12.8341	
	เฉลี่ย	4.4904	4.7926	4.2669	54.1997	4.5166
	เฉลี่ย	4.6520	4.6600	4.2741		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 21 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมในพืช (เปอร์เซ็นต์)

ลำดับ	Plot	Treatment			รวม	
		100:0	97:3	94:6		
1	1	0.5196	0.5274	0.4888	1.5358	
2	1	0.5404	0.4614	0.5423	1.5441	
3	1	0.5513	0.4502	0.3767	1.3782	
4	1	0.5563	0.4560	0.4007	1.413	
	เฉลี่ย	0.5419	0.4738	0.4521	5.8711	0.4893
5	2	0.5051	0.4856	0.3197	1.3104	
6	2	0.4910	0.5368	0.4736	1.5014	
7	2	0.4964	0.5072	0.5128	1.5164	
8	2	0.5115	0.4791	0.5691	1.5597	
	เฉลี่ย	0.5010	0.5022	0.4688	5.8879	0.4907
9	3	0.5277	0.5021	0.4740	1.5038	
10	3	0.5049	0.4587	0.3544	1.318	
11	3	0.5378	0.4786	0.3914	1.4078	
12	3	0.3422	0.4369	0.5266	1.3057	
	เฉลี่ย	0.4782	0.4691	0.4366	5.5353	0.4613
	เฉลี่ย	0.5070	0.4817	0.4525		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 22 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในพืช (เปอร์เซ็นต์)

ลำดับ	Plot	Treatment			รวม	
		100:0	97:3	94:6		
1	1	6.4325	5.5274	7.1387	19.0986	
2	1	5.7431	4.7577	5.9110	16.4118	
3	1	6.5384	3.8190	4.2841	14.6415	
4	1	6.5274	4.9622	4.8537	16.3433	
	เฉลี่ย	6.3104	4.7666	5.5469	66.4952	5.5413
5	2	5.9582	5.9068	2.5067	14.3717	
6	2	5.6239	5.6751	4.4147	15.7137	
7	2	6.7427	6.5670	5.9753	19.285	
8	2	6.6199	5.4830	6.5397	18.6426	
	เฉลี่ย	6.2362	5.9080	4.8591	68.013	5.6678
9	3	5.7063	5.5109	6.4590	17.6762	
10	3	5.8264	6.2119	3.9817	16.02	
11	3	6.0343	5.9174	4.4306	16.3823	
12	3	2.9105	4.8337	6.0909	13.8351	
	เฉลี่ย	5.1194	5.6185	5.2406	63.9136	5.3261
	เฉลี่ย	5.8886	5.4310	5.2155		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 23 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีสในพืช (ppm)

ลำดับ	Plot	Treatment			รวม	
		100:0	97:3	94:6		
1	1	111.2656	157.9255	114.4520	383.6431	
2	1	132.9985	106.7583	101.2259	340.9827	
3	1	113.5963	98.8887	126.5095	338.9945	
4	1	109.5711	109.2788	145.2615	364.1114	
	เฉลี่ย	116.8579	118.2128	121.8622	1427.732	118.9776
5	2	124.5587	94.3220	51.6474	270.5281	
6	2	95.1526	79.7004	120.6249	295.4779	
7	2	131.3869	118.0798	125.4579	374.9246	
8	2	154.4634	103.5617	103.7425	361.7676	
	เฉลี่ย	126.3904	98.9160	100.3682	1302.698	108.5582
9	3	87.7885	104.9225	141.5274	334.2384	
10	3	61.7880	113.9265	83.61540	259.3299	
11	3	106.4034	125.6467	101.4354	333.4855	
12	3	45.8268	75.1597	117.1155	238.102	
	เฉลี่ย	75.4517	104.9139	110.9234	1165.156	97.0963
	เฉลี่ย	106.2333	107.3476	111.0513		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 24 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในพืช (ppm)

ลำดับ	Plot	Treatment			รวม	
		100:0	97:3	94:6		
1	1	5.9607	14.6227	2.9098	23.4932	
2	1	6.5104	3.7133	8.3581	18.5818	
3	1	6.1641	3.7672	0.9584	10.8897	
4	1	3.7460	11.9213	3.0054	18.6727	
	เฉลี่ย	5.5953	8.5061	3.8079	71.6374	5.9698
5	2	10.7885	2.8016	1.7809	15.371	
6	2	5.3860	2.8807	0.9887	9.2554	
7	2	4.5620	2.9036	7.3260	14.7916	
8	2	3.0090	3.8715	1.9391	8.8196	
	เฉลี่ย	5.9364	3.1144	3.0087	48.2376	4.0198
9	3	4.9319	1.9612	1.8997	8.7928	
10	3	1.9309	1.9643	4.9771	8.8723	
11	3	3.8344	15.7058	2.8708	22.411	
12	3	13.6505	1.8790	3.6887	19.2182	
	เฉลี่ย	6.0869	5.3776	3.3591	59.2943	4.9412
	เฉลี่ย	5.8729	5.666	3.3919		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 25 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีในพืช (ppm)

ลำดับ	Plot	Treatment			รวม	
		100:0	97:3	94:6		
1	1	245.3805	240.7877	134.8206	620.9888	
2	1	258.5565	203.3049	223.8113	685.6727	
3	1	241.2821	188.3594	217.5580	647.1995	
4	1	269.7134	183.7870	174.3138	627.8142	
	เฉลี่ย	253.7331	204.0598	187.6259	2581.675	215.1396
5	2	251.0789	179.3052	110.4185	540.8026	
6	2	214.5422	169.9635	148.3093	532.815	
7	2	243.6131	180.9911	253.6630	678.2672	
8	2	276.8305	216.8022	206.5154	700.1481	
	เฉลี่ย	246.5162	186.7655	179.7266	2452.033	204.3361
9	3	221.9373	185.3305	262.1581	669.4259	
10	3	188.2603	211.1569	213.0201	612.4373	
11	3	238.6887	183.8507	139.7129	562.2523	
12	3	132.6053	147.5009	238.8418	518.948	
	เฉลี่ย	195.3729	181.9598	213.4332	2363.064	196.922
	เฉลี่ย	231.8741	190.9283	193.5952		

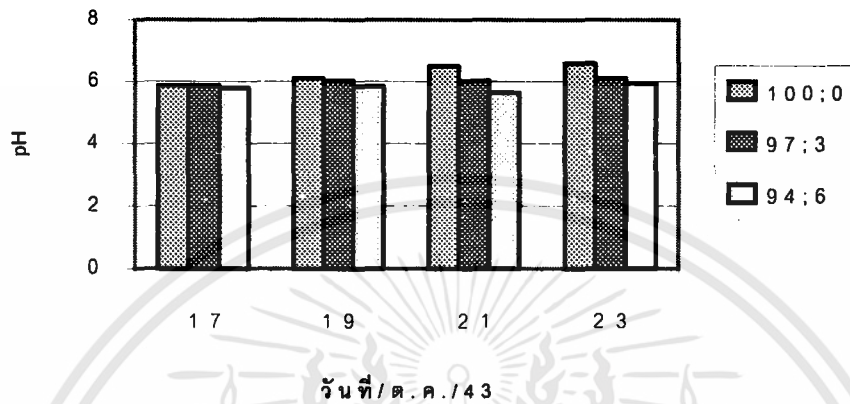
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 26 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในพืช (ppm)

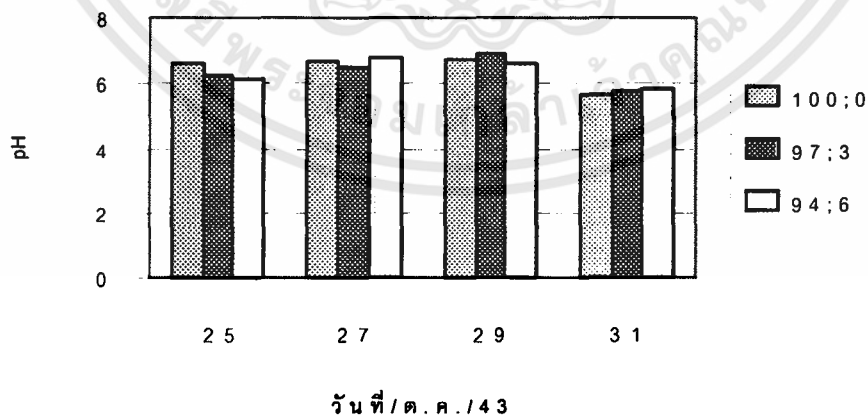
ลำดับ	Plot	Treatment			รวม	
		100:0	97:3	94:6		
1	1	221.5379	259.3098	325.8972	806.7449	
2	1	242.7455	25.9265	286.0327	554.7047	
3	1	202.5361	242.9836	263.5614	709.0811	
4	1	254.7294	219.5510	461.8313	936.1117	
	เฉลี่ย	230.3872	186.9427	334.3307	3006.642	250.5535
5	2	218.7132	327.7923	349.9555	896.461	
6	2	225.3142	186.2877	171.0500	582.6519	
7	2	269.1606	312.6210	209.7070	791.4886	
8	2	399.1976	314.5567	254.0237	967.778	
	เฉลี่ย	278.0964	285.3144	246.1841	3238.38	269.865
9	3	211.0870	213.7674	284.9544	709.8088	
10	3	198.8801	251.4241	185.1483	635.4525	
11	3	254.0261	222.6534	254.5455	731.225	
12	3	173.5569	223.6002	312.6153	709.7724	
	เฉลี่ย	209.3875	227.8613	2559.3159	2786.259	232.1882
	เฉลี่ย	239.2904	233.3728	279.9435		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 1 แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพีระหว่างวันที่ 17-23 ต.ค. 2543

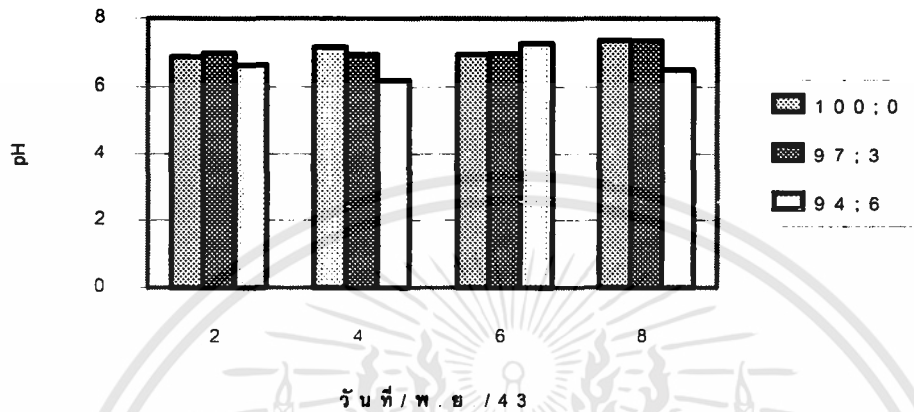


กราฟภาคผนวกที่ 2 แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพีระหว่างวันที่ 25-31 ต.ค. 2543

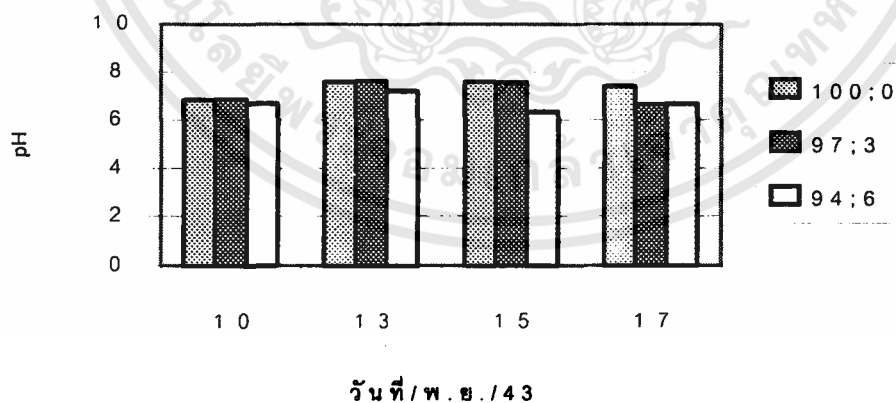


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 3 แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพีระหว่างวันที่ 2-8 พ.ย. 2543

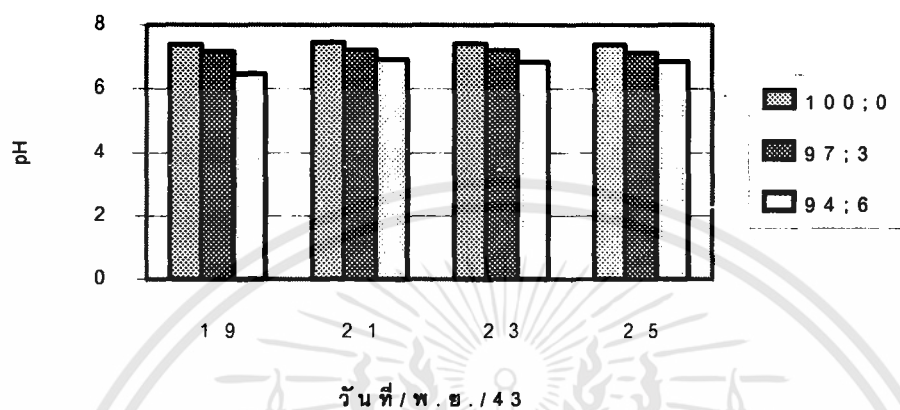


กราฟภาคผนวกที่ 4 แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพีระหว่างวันที่ 10-17 พ.ย. 2543

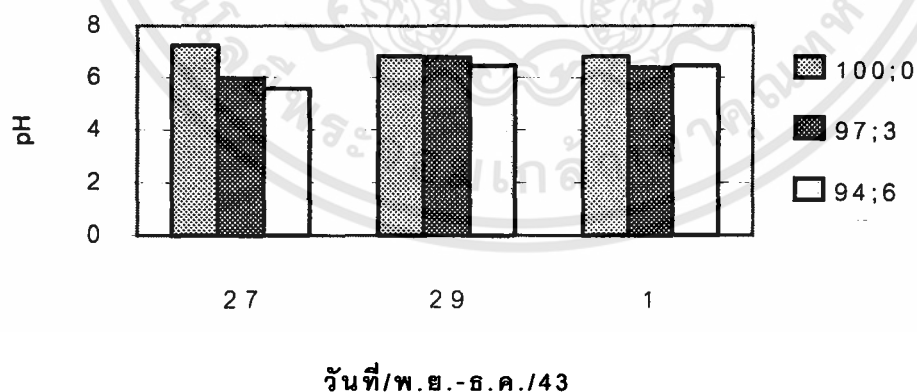


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 5 แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพีระหว่างวันที่ 19-25 พ.ย. 2543

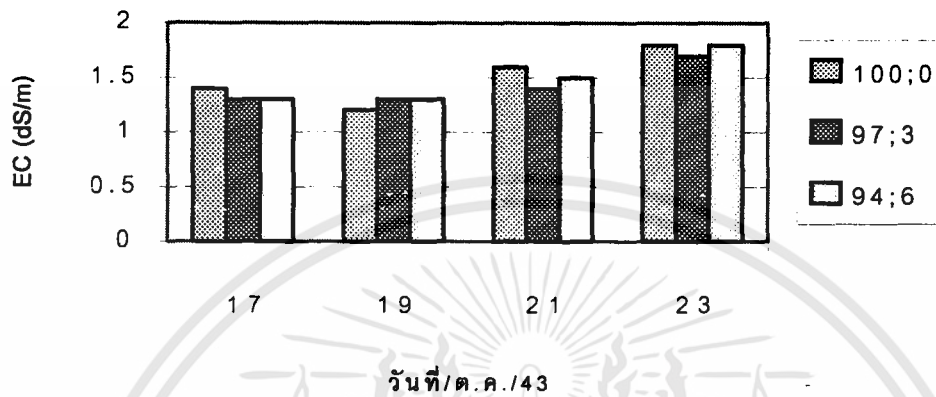


กราฟภาคผนวกที่ 6 แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพีระหว่างวันที่ 27-29 พ.ย. และ 1 ธ.ค. 2543

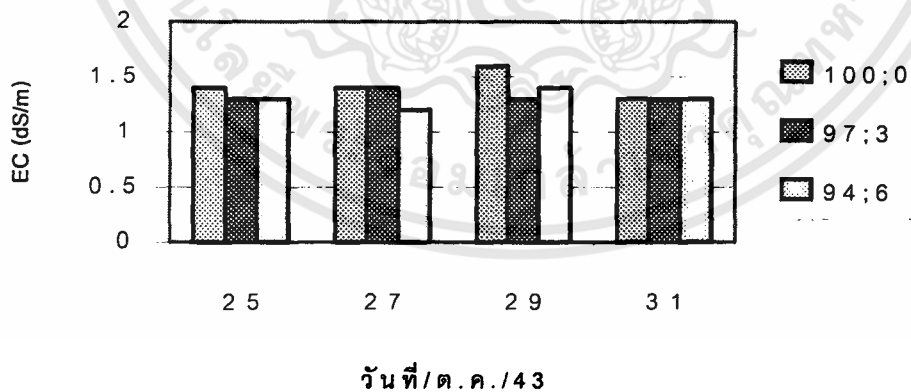


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 7 แสดงค่า EC ของสารละลายในถังสารละลายของพีระหว่างวันที่ 17-23 ต.ค. 2543

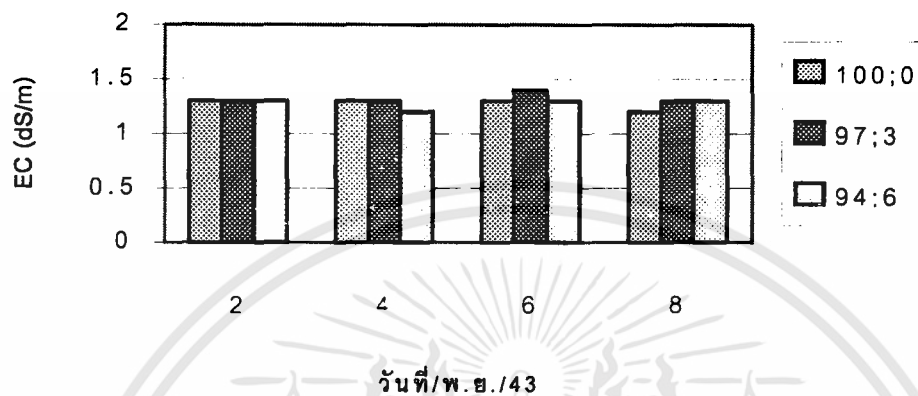


กราฟภาคผนวกที่ 8 แสดงค่า EC ของสารละลายในถังสารละลายของพีระหว่างวันที่ 25-31 ต.ค. 2543

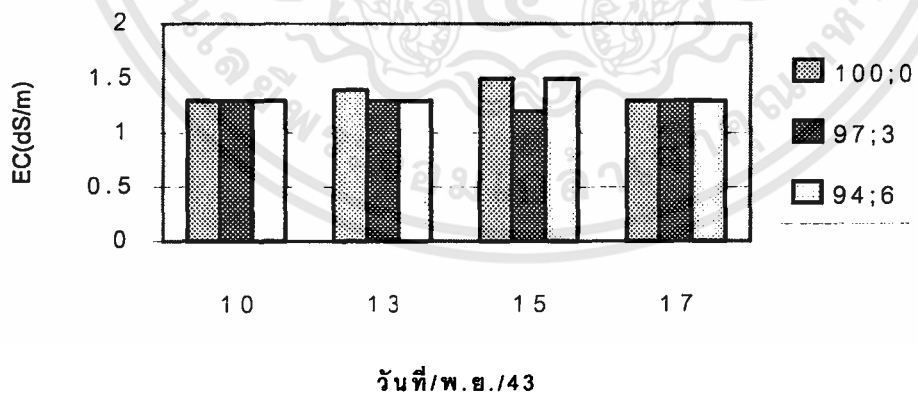


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

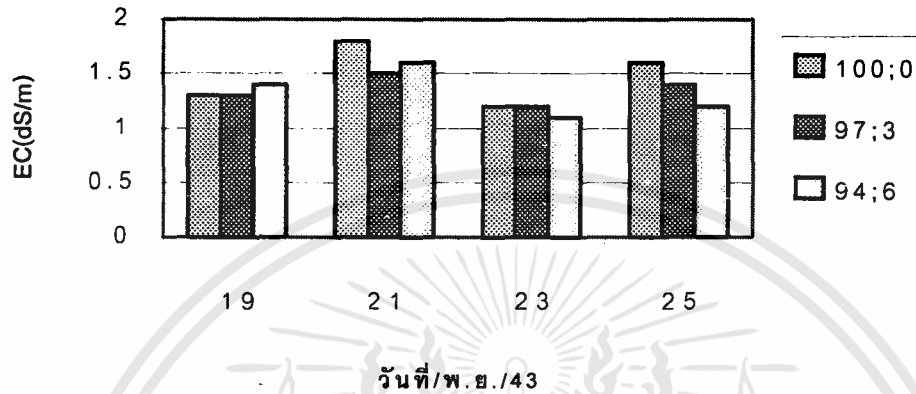
กราฟภาคผนวกที่ 9 แสดงค่า EC ของสารละลายในถังสารละลายของพีระหว่างวันที่ 2-8 พ.ย. 2543



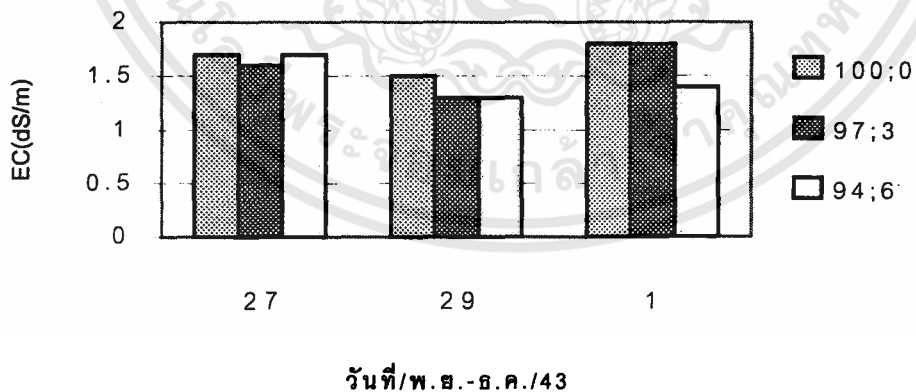
กราฟภาคผนวกที่ 10 แสดงค่า EC ของสารละลายในถังสารละลายของพีระหว่างวันที่ 10-17 พ.ย. 2543



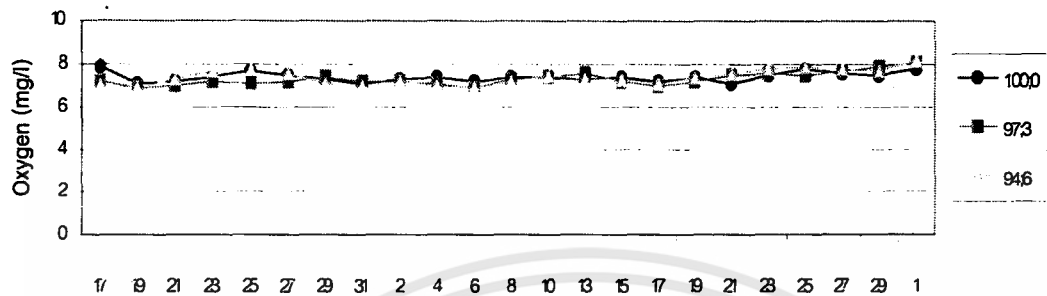
กราฟภาคผนวกที่ 11 แสดงค่า EC ของสารละลายในถังสารละลายของพีระหว่างวันที่ 19-25 พ.ย. 2543



กราฟภาคผนวกที่ 12 แสดงค่า EC ของสารละลายในถังสารละลายของพีระหว่างวันที่ 27-29 พ.ย. และ 1 ธ.ค. 2543

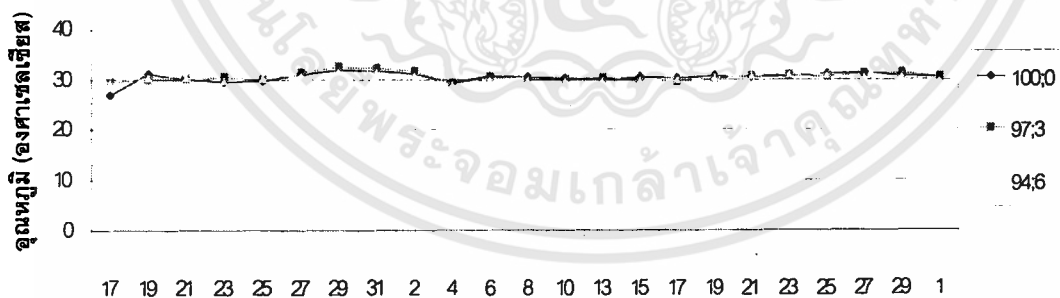


กราฟภาคผนวกที่ 13 แสดงค่า Oxygen(mg/l) ของสารละลายในถังสารละลายของพีช



วันที่ต.ค.43

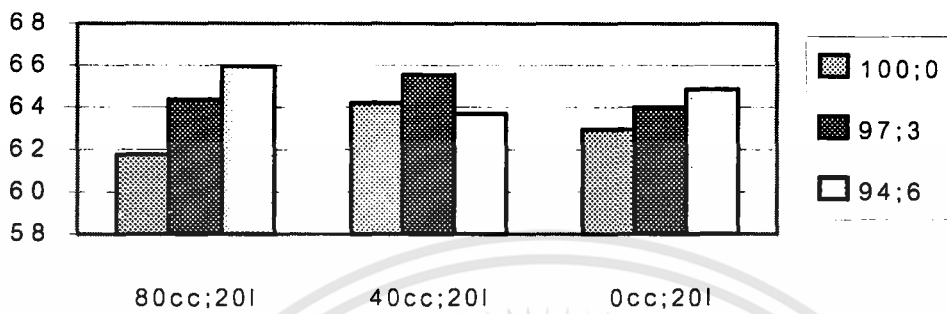
กราฟภาคผนวกที่ 14 แสดงค่าอุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)ของสารละลายในถังสารละลายของพีช



วันที่ต.ค.43

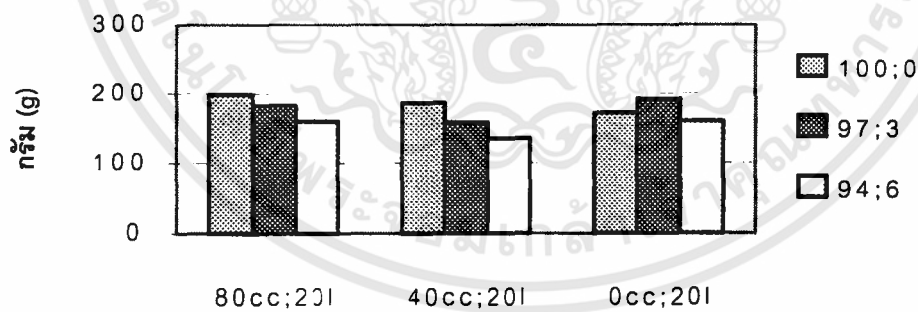
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 15 แสดงค่าการวัดคลอโรฟิลล์



ปุ๋ยปลา

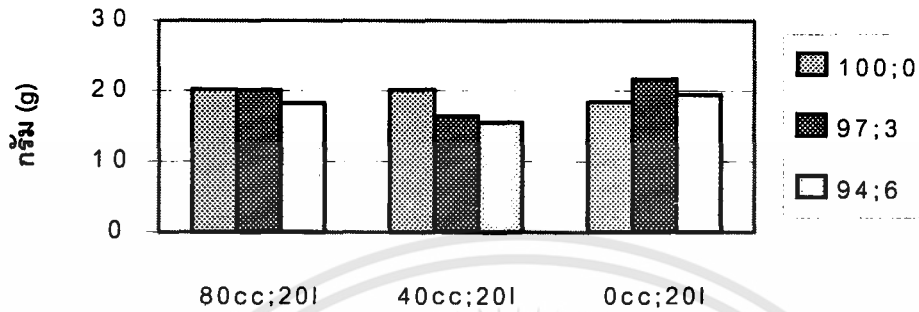
กราฟภาคผนวกที่ 16 แสดงค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยของใบ (กรัม)



ปุ๋ยปลา

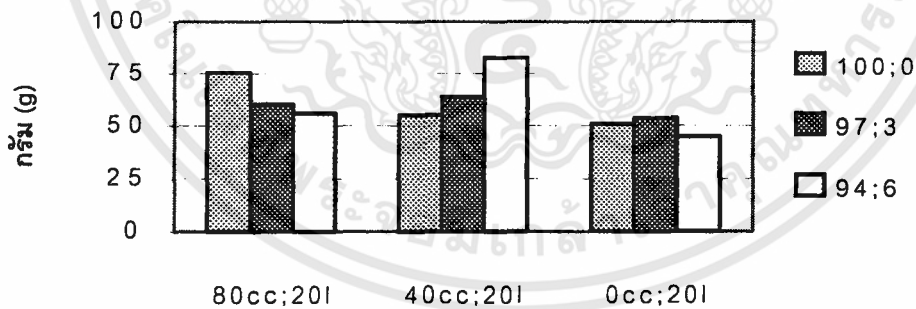
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 17 แสดงค่าน้ำหนักแห้งของใบ (กรัม)



ปุ๋ยปลา

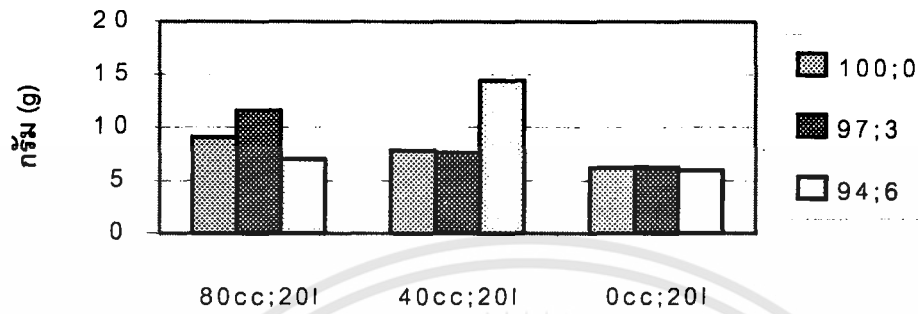
กราฟภาคผนวกที่ 18 แสดงค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยของดอก (กรัม)



ปุ๋ยปลา

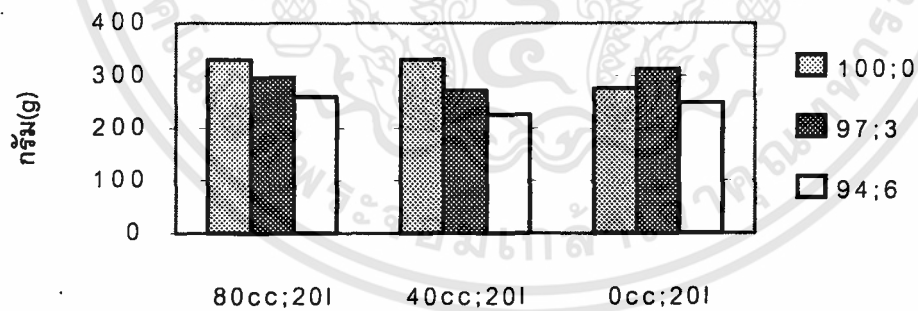
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 19 แสดงค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของดอก (กรัม)



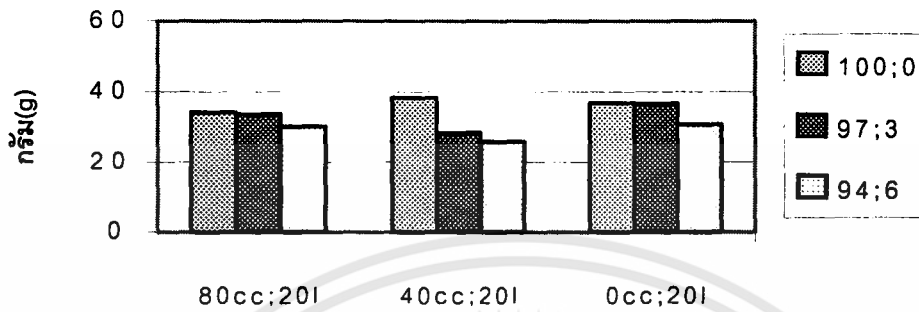
ปุ๋ยปลา

กราฟภาคผนวกที่ 20 แสดงค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยของดอกและลำต้น (กรัม)



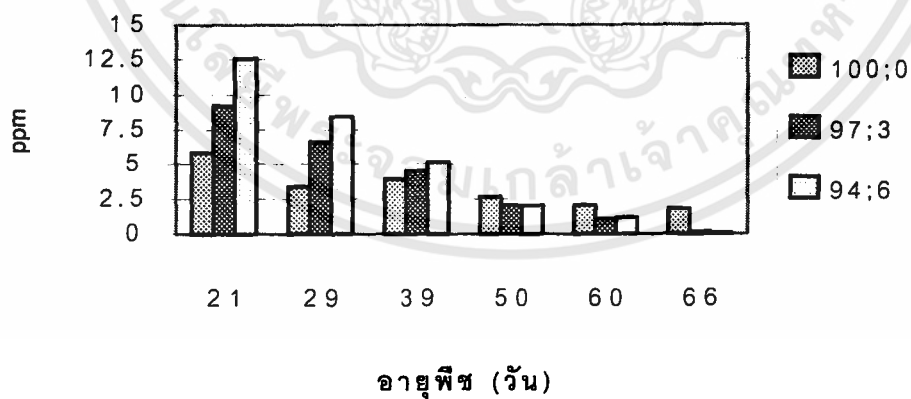
ปุ๋ยปลา

กราฟภาคผนวกที่ 21 แสดงค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของดอกและลำต้น (กรัม)

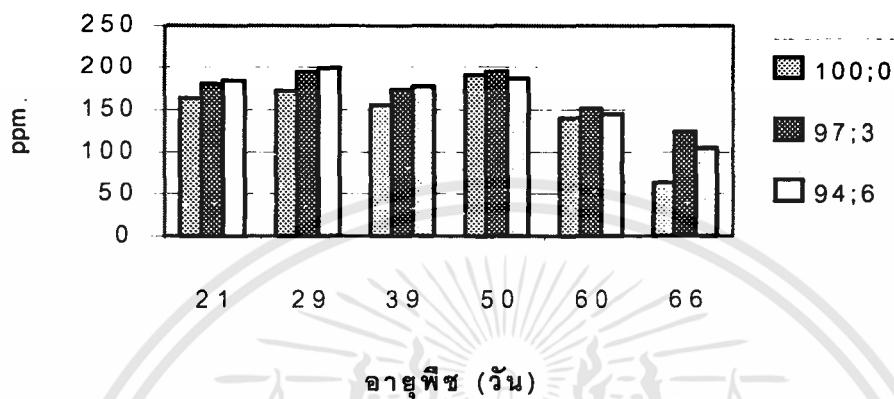


ปุ๋ยปลา

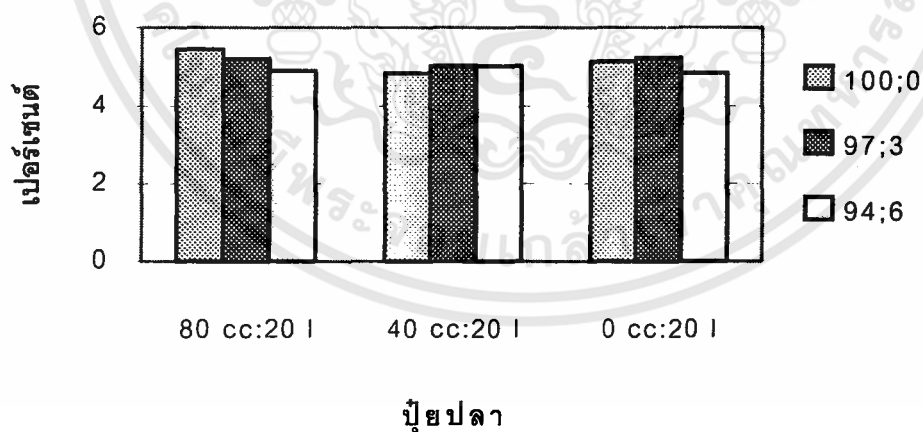
กราฟภาคผนวกที่ 22 แสดงค่าวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจน ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$) ของสารละลาย
ในถังสารละลายของพืช



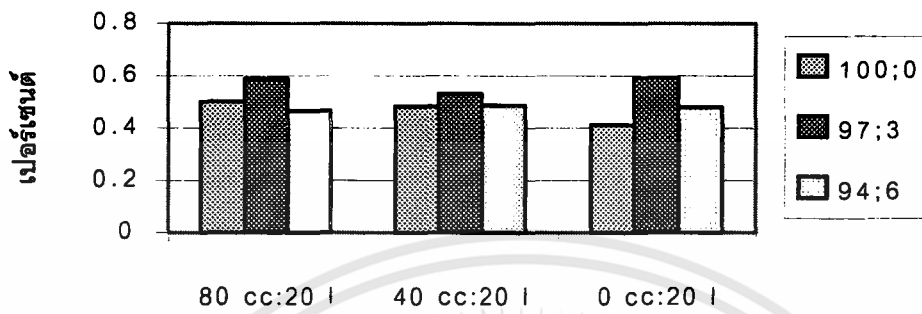
กราฟภาคผนวกที่ 23 แสดงค่าวิเคราะห์ไนเตรทไนโตรเจน (NO_3^- -N) ของสารละลายในถัง
สารละลายของพืช



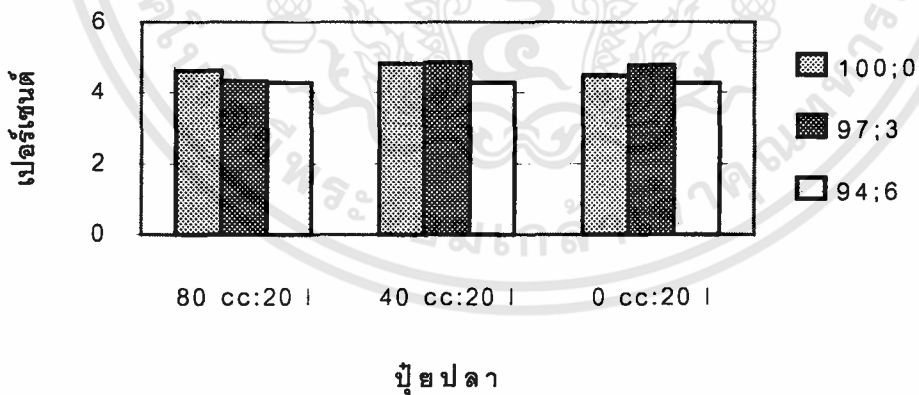
กราฟภาคผนวกที่ 24 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในพืช (เปอร์เซ็นต์)



กราฟภาคผนวกที่ 25 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในพืช (เปอร์เซ็นต์)

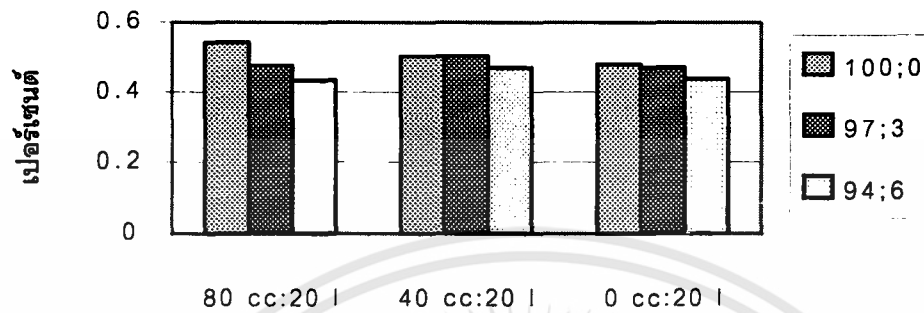


กราฟภาคผนวกที่ 26 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในพืช (เปอร์เซ็นต์)



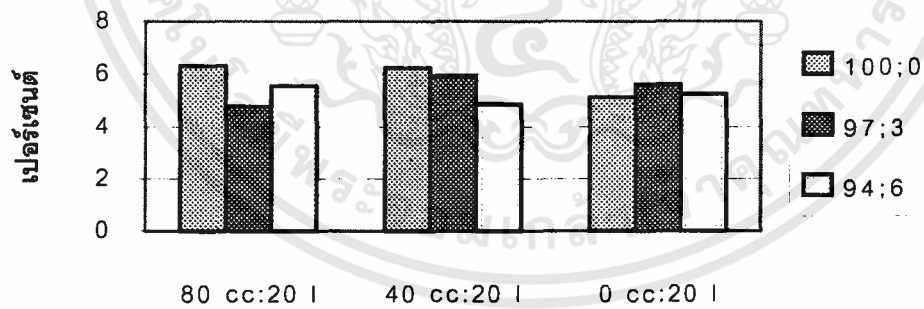
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 27 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมในพืช (เปอร์เซ็นต์)



ปุ๋ยมูลปลา

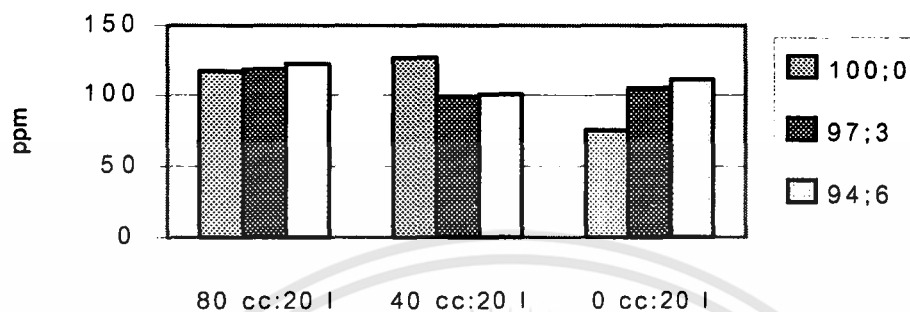
กราฟภาคผนวกที่ 28 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในพืช (เปอร์เซ็นต์)



ปุ๋ยมูลปลา

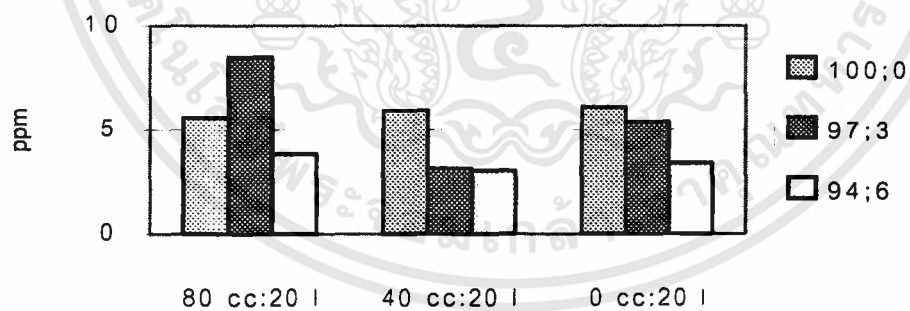
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 29 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีสในพืช (ppm)



ปุ๋ยปลา

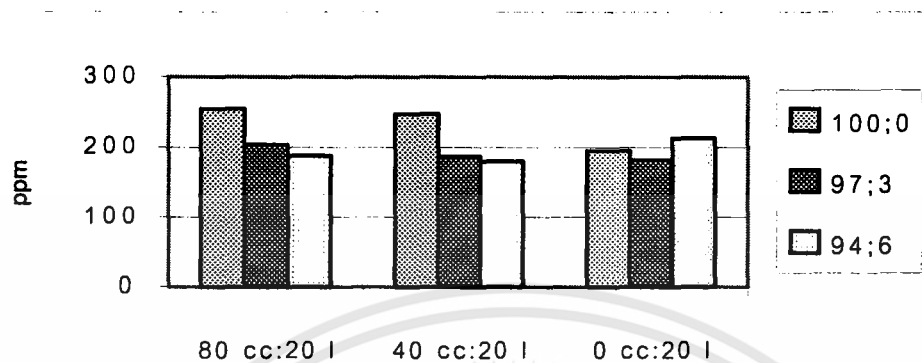
กราฟภาคผนวกที่ 30 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในพืช (ppm)



ปุ๋ยปลา

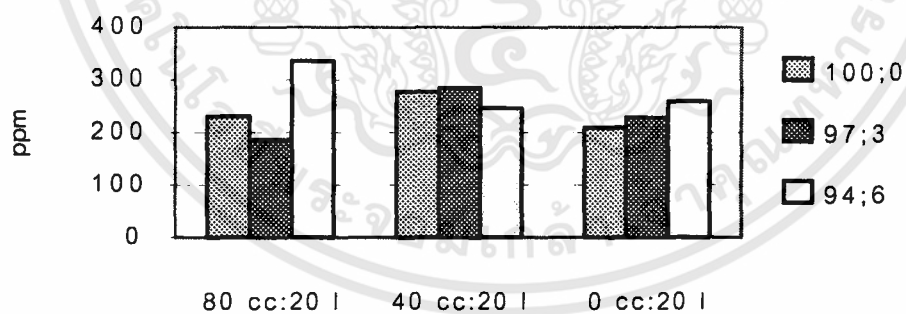
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 31 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีในพืช (ppm)



ปุ๋ยปลา

กราฟภาคผนวกที่ 32 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในพืช (ppm)



ปุ๋ยปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางสถิติที่ 1 แสดงค่าน้ำหนักสดของใบ

ANOVA				
S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	8	12530.802	1566.350	0.927
A	2	7244.502	3622.251	2.143
B	2	2578.391	1289.195	0.763
AB	4	2707.909	676.977	0.401
Error	27	45638.200	1690.304	
Total	35	58169.002		

CV = 67%

* significant

ตารางสถิติที่ 2 แสดงค่าน้ำหนักแห้งของใบ

ANOVA				
S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	8	125.363	15.67	1.106
A	2	24.184	12.092	0.854
B	2	44.583	22.292	1.574
AB	4	56.597	14.149	0.999
Error	27	382.422	14.164	
Total	35	507.785		

CV = 20%

* significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางสถิติที่ 3 แสดงค่าน้ำหนักสดของดอก

ANOVA				
S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	8	8893.796	1111.724	0.940
A	2	5504.835	2752.417	2.328
B	2	1587.762	793.881	0.672
AB	4	1801.200	450.300	0.381
Error	27	31918.716	1182.175	
Total	35	40812.512		

CV = 67%

* Significant

ตารางสถิติที่ 4 แสดงค่าน้ำหนักแห้งของดอก

ANOVA				
S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	8	158.782	19.848	0.700
A	2	65.406	32.703	1.154
B	2	59.826	29.913	1.055
AB	4	33.550	8.388	0.296
Error	27	765.447	28.350	
Total	35	924.230		

CV = 80%

* Significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางสถิติที่ 5 แสดงค่าน้ำหนักสดของดอกและลำต้น

ANOVA				
S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	8	42772.456	5346.557	0.958
A	2	29198.545	14599.273	2.617
B	2	2626.931	1313.465	0.235
AB	4	10946.980	2736.745	0.491
Error	27	150613.6	5578.282	
Total	35	193386.1		

CV = 26%

* Significant

ตารางสถิติที่ 6 แสดงค่าน้ำหนักแห้งของดอกและลำต้น

ANOVA				
S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	8	553.165	69.146	0.899
A	2	324.718	162.359	2.112
B	2	89.671	44.836	0.583
AB	4	138.776	34.694	0.451
Error	27	2075.576	76.873	
Total	35	2628.741		

- CV = 26%

* Significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางสถิติที่ 7 แสดงค่าคลอโรฟิลล์

ANOVA				
S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	8	51.095	6.387	0.500
A	2	24.455	12.227	0.957
B	2	1.847	0.923	0.072
AB	4	24.793	6.198	0.485
Error	27	344.852	12.772	
Total	35	395.947		

CV = 5%

* Significant

ตารางสถิติที่ 8 แสดงค่าวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจน ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$) ของสารละลายใน
ถังสารละลายของพืช

ANOVA				
S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	16.014	8.007	0.697
Error	33	379.303	11.494	
Total	35	395.317		

CV = 83%

* Significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางสถิติที่ 9 แสดงค่าวิเคราะห์วิเคราะห์ไนเตรทไนโตรเจน (NO_3^- -N) ของสารละลาย
ในถังสารละลายของพืช

ANOVA				
S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	2	3460.679	1730.340	1.433
Error	33	39848.627	1207.534	
Total	35	43309.306		

CV = 22%

* Significant

ตารางสถิติที่ 10 แสดงค่าปริมาณไนโตรเจน

ANOVA				
S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	8	1.396	0.175	1.467
A	2	0.450	0.225	1.890
B	2	0.311	0.156	1.308
AB	4	0.635	0.159	1.334
Error	27	3.214	0.119	
Total	35	4.610		

CV = 7%

* Significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางสถิติที่ 11 แสดงค่าปริมาณฟอสฟอรัส

ANOVA				
S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	8	0.108	0.0135	0.646
A	2	0.0796	0.0398	1.905
B	2	0.0036	0.0018	0.087
AB	4	0.0248	0.0062	0.297
Error	27	0.564	0.0209	
Total	35	0.672		

CV = 27%

* Significant

ตารางสถิติที่ 12 แสดงค่าปริมาณโพแทสเซียม

ANOVA				
S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	8	2.099	0.262	2.015
A	2	1.167	0.583	4.479*
B	2	0.379	0.190	1.456
AB	4	0.553	0.138	1.062
Error	27	3.516	0.130	
Total	35	5.616		

CV = 8.8%

* Significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางสถิติที่ 13 แสดงค่าปริมาณแมงनीเซียม

ANOVA				
S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	8	0.0308	0.0039	0.993
A	2	0.0179	0.0089	2.299
B	2	0.0066	0.0033	0.849
AB	4	0.0064	0.0016	0.412
Error	27	0.105	0.0039	
Total	35	0.136		

CV = 25%

* Significant

ตารางสถิติที่ 14 แสดงค่าปริมาณแคลเซียม

ANOVA				
S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	8	10.164	1.270	1.140
A	2	2.836	1.418	1.272
B	2	0.716	0.358	0.321
AB	4	6.612	1.653	1.483
Error	27	30.097	1.115	
Total	35	40.261		

CV = 19%

* Significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางสถิติที่ 15 แสดงค่าปริมาณแมงกานีส

ANOVA				
S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	8	7723.843	965.480	1.744
A	2	152.687	76.344	0.138
B	2	2874.928	1437.464	2.597
AB	4	4696.228	1174.057	2.121
Error	27	14944.903	553.515	
Total	35	22668.746		

CV = 24%

* Significant

ตารางสถิติที่ 16 แสดงค่าปริมาณทองแดง

ANOVA				
S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	8	105.912	13.239	0.855
A	2	45.479	22.739	1.468
B	2	22.838	11.419	0.737
AB	4	37.596	9.399	0.607
Error	27	418.156	15.487	
Total	35	524.068		

CV = 78%

* Significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางสถิติที่ 17 แสดงค่าปริมาณสังกะสี

ANOVA				
S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	8	24260.789	3032.599	2.048
A	2	12595.738	6297.869	4.253*
B	2	2014.271	1007.135	0.680
AB	4	9650.780	2412.695	1.629
Error	27	39981.968	1480.814	
Total	35	64242.757		

CV = 21%

* Significant

ตารางสถิติที่ 18 แสดงค่าปริมาณเหล็ก

ANOVA				
S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	8	44753.024	5594.128	1.626
A	2	10083.694	5041.847	1.465
B	2	12110.570	6055.285	1.760
AB	4	22558.761	5639.690	1.639
Error	27	92891.814	3440.438	
Total	35	137644.839		

CV = 24%

* Significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้