18556

วิทยทรัพยากร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ผลของการใช้ซิลิกอนและการให้ปุ๋ยปลาทางใบที่มีต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศที่ปลูกด้วยระบบ NFT (Nutrient Film Technique) ในโรงเรือนระบบปิด

Effect of Silicon and Fish Fertilizer on Tomato Growth in Nutrient Film Technique System

T099655

โดย

นายวินัย พัดเกาะ รหัส 41044087
นางสาวนันทิดา วัฒนโรจนาพร รหัส 41044046

ปพ.
อ619ผ
2544

เลขหมู่ 99655
เลขทะเบียน
วัน.เดือน.ปี 16 JUN 2003

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (ปฐพีวิทยา)
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รศ. ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาประจำภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ และความกรุณาในการให้คำแนะนำปรึกษาเป็นอย่างดี ทั้งด้านการทดลอง และทฤษฎี การจัดหาและให้ความสะดวกเกี่ยวกับอุปกรณ์เครื่องใช้ ในระหว่างทำการทดลอง และอีกหลาย ๆ ด้าน จนทำให้ปัญหาพิเศษนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณบิดา-มารดา ผู้ให้กำเนิดที่ช่วยเหลือด้านทุนทรัพย์ และให้กำลังใจมาโดยตลอด จนเรียนสำเร็จการศึกษา ณ วันนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ตลอดจนเจ้าหน้าที่ห้อง Lab ปฏิบัติการทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการแนะนำ ให้คำปรึกษา และยืมอุปกรณ์ในระหว่างการทดลอง

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ เพื่อน ๆ นักศึกษาทุกท่าน ที่ได้ให้ความร่วมมือและคอยช่วยเหลือเป็นกำลังใจให้ด้วยดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณทุกท่านไว้ ณ ที่นี้

วินัย พัดเกาะ

นันทิดา วัฒนโรจนาพร

มีนาคม 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : ผลของการใช้ซิลิกอน และการให้ปุ๋ยปลาทางใบ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศที่ปลูกด้วยระบบ NFT (Nutrient Film Technique) ในโรงเรือนระบบปิด

โดย : นายวินัย พัดเกาะ

นางสาวนันทิดา วัฒนโรจนาพร

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ภาควิชา : ปฐพีวิทยา

อาจารย์ที่ปรึกษา : _____ ___/___/___

(รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ) (วัน/เดือน/ปี)

การศึกษาถึงผลของการใช้ซิลิกอน และการให้ปุ๋ยปลาทางใบที่มีต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศนั้น ได้ทำการทดลองตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2544-เดือนธันวาคม 2544 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่า การใช้ซิลิกอนในอัตราส่วนต่างๆกัน และการให้ปุ๋ยปลาทางใบจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศที่ปลูกด้วยระบบ NFT หรือไม่ โดยทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในต้นพืช ตลอดจนศึกษาประสิทธิภาพของการให้ปุ๋ยปลาทางใบ และแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ตำรับ (main-plot) ตำรับละ 5 ซ้ำ คือ ตำรับที่ 1 (silicon 0 ppm.) ,ตำรับที่ 2 (silicon 50 ppm.) ,ตำรับที่ 3 (silicon 100 ppm.) และมีตำนับย่อย (sub-plot) 2 ตำรับ คือ ไม่ฉีดปุ๋ยปลา กับ ฉีดปุ๋ยปลา ทำการปลูกด้วยระบบ NFT รางยาว 5 เมตร จำนวน 9 ราง ทำการวัดค่า pH,EC,ปริมาณกรดไนตริก,ปริมาณปุ๋ย และปริมาณซิลิกอนที่ใช้ทุกวันเว้นวัน วัดความสูงของต้นทุกๆสัปดาห์ วัดค่าคลอโรฟิลล์เมื่อพืชโตเต็มที่(ก่อนเก็บผล) และสุ่มตัวอย่างใบพืชเพื่อนำไปวิเคราะห์หาธาตุอาหารต่างๆ

จากผลการทดลอง ทั้ง 3 ตำรับ พบว่า มีเพียงค่าวิเคราะห์ทองแดง (Cu) ในพืชกับค่าวิเคราะห์คลอโรฟิลล์เท่านั้นที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการสังเกตพบว่า การให้ซิลิกอนในอัตรา 50 ppm. ทำให้ต้นพืชเจริญเติบโตดี และแข็งแรงกว่า ส่วนประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยปลา พบว่า ตำรับที่มีการฉีดปุ๋ยปลาจะมีปริมาณไนโตรเจนและคลอโรฟิลล์มากกว่าตำรับที่ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญตาราง	A-B
สารบัญกราฟ	C
คำนำ	1
ตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	10
ผลการทดลอง	15
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	21
เอกสารอ้างอิง	22
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณธาตุอาหารหลักในสารละลาย 12
ตารางที่ 2 แสดงสูตรสารละลายธาตุอาหารเป็นน้ำหนักปุ๋ย ธาตุอาหารหลักมี
หน่วยเป็นกิโลกรัม(Kg),ธาตุอาหารรองหน่วยเป็นกรัม (g) 13

ตารางภาคผนวก

ตารางที่ 3 แสดงค่าความสูงของต้นมะเขือเทศ วันที่ 22/09/44 24
ตารางที่ 4 แสดงค่าความสูงของต้นมะเขือเทศ วันที่ 02/10/44 24
ตารางที่ 5 แสดงค่าความสูงของต้นมะเขือเทศ วันที่ 07/10/44 25
ตารางที่ 6 แสดงค่าความสูงของต้นมะเขือเทศ วันที่ 26/10/44 25
ตารางที่ 7 แสดงค่าความสูงของต้นมะเขือเทศ วันที่ 02/11/44 26
ตารางที่ 8 แสดงค่าความสูงของต้นมะเขือเทศ วันที่ 09/11/44 26
ตารางที่ 9 แสดงค่าความสูงของต้นมะเขือเทศ วันที่ 16/11/44 27
ตารางที่10 แสดงค่าความสูงของต้นมะเขือเทศ วันที่ 23/11/44 27
ตารางที่ 11 แสดงค่า pH,EC, ปริมาณการใช้กรด และปริมาณปุ๋ยในถังสารละลาย
ระหว่างวันที่ 30/08/44-22/09/44 28
ตารางที่ 12 แสดงค่า pH,EC, ปริมาณการใช้กรด และปริมาณปุ๋ยในถังสารละลาย
ระหว่างวันที่ 23/09/44-01/10/44 29
ตารางที่ 13 แสดงค่า pH,EC, ปริมาณการใช้กรด และปริมาณปุ๋ยในถังสารละลาย
ระหว่างวันที่ 03/10/44-16/10/44 30
ตารางที่ 14 แสดงค่า pH,EC, ปริมาณการใช้กรด และปริมาณปุ๋ยในถังสารละลาย
ระหว่างวันที่ 17/10/44-29/10/44 31
ตารางที่ 15 แสดงค่า pH,EC, ปริมาณการใช้กรด และปริมาณปุ๋ยในถังสารละลาย
ระหว่างวันที่ 31/10/44-11/11/44 32
ตารางที่ 16 แสดงค่า pH,EC, ปริมาณการใช้กรด และปริมาณปุ๋ยในถังสารละลาย
ระหว่างวันที่ 12/11/44-20/11/44 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก **หน้า**

ตารางที่ 17 แสดงค่า pH,EC, ปริมาณการใช้กรด และปริมาณปุ๋ยในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 21/11/44-31/11/44 34
ตารางที่ 18 แสดงปริมาณ silica และปริมาณน้ำที่ใช้ ระหว่างวันที่ 21/09/44-28/09/44 35
ตารางที่ 19 แสดงปริมาณ silica และปริมาณน้ำที่ใช้ ระหว่างวันที่ 03/10/44-19/10/44 35
ตารางที่ 20 แสดงปริมาณ silica และปริมาณน้ำที่ใช้ ระหว่างวันที่ 22/10/44-31/10/44 36
ตารางที่ 21 แสดงปริมาณ silica และปริมาณน้ำที่ใช้ ระหว่างวันที่ 02/11/44-09/11/44 36
ตารางที่ 22 แสดงปริมาณ silica และปริมาณน้ำที่ใช้ ระหว่างวันที่ 11/11/44-19/11/44 37
ตารางที่ 23 แสดงปริมาณ silica และปริมาณน้ำที่ใช้ ระหว่างวันที่ 21/11/44-28/11/44 37
ตารางที่ 24 แสดงปริมาณ silica และปริมาณน้ำที่ใช้ ระหว่างวันที่ 30/11/44-03/12/44 38
ตารางที่ 25 แสดงค่าคลอโรฟิลล์ในใบมะเขือเทศ 38
ตารางที่ 26 แสดงค่าวิเคราะห์ %N ในใบ 39
ตารางที่ 27 แสดงค่าวิเคราะห์ %P ในใบ 40
ตารางที่ 28 แสดงค่าวิเคราะห์ %K ในใบ 41
ตารางที่ 29 แสดงค่าวิเคราะห์ %Ca ในใบ 42
ตารางที่ 30 แสดงค่าวิเคราะห์ %Mg ในใบ 43
ตารางที่ 31 แสดงค่าวิเคราะห์ Zn(ppm) ในใบ 44
ตารางที่ 32 แสดงค่าวิเคราะห์ Mn(ppm) ในใบ 45
ตารางที่ 33 แสดงค่าวิเคราะห์ Fe(ppm) ในใบ 46
ตารางที่ 34 แสดงค่าวิเคราะห์ Cu(ppm) ในใบ 47
Table 1 Analysis of variance for % nitrogen in plant (%) 48
Table 2 Analysis of variance for % phosphorus in plant (%) 48
Table 3 Analysis of variance for % potassium in plant (%) 49
Table 4 Analysis of variance for % calcium in plant (%) 49
Table 5 Analysis of variance for % magnesium in plant (%) 50
Table 6 Analysis of variance for Zn in plant (ppm) 50
Table 7 Analysis of variance for Fe in plant (ppm) 51
Table 8 Analysis of variance for Mn in plant (ppm) 51
Table 9 Analysis of variance for Cu in plant (ppm) 52
Table 10 Analysis of variance for the height of stem (cm) 52
Table 11 Analysis of variance for chlorophyll 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญกราฟ

กราฟภาคผนวก **หน้า**

กราฟภาคผนวกที่ 1 แสดงค่าการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก (N,P,K) ในใบพืช 54
กราฟภาคผนวกที่ 2 แสดงค่าการวิเคราะห์ธาตุอาหารรอง (Ca,Mg) ในใบพืช 55
กราฟภาคผนวกที่ 3 แสดงค่าการวิเคราะห์จุลธาตุ (Zn,Mn)ในใบพืช 55
กราฟภาคผนวกที่ 4 แสดงค่าการวิเคราะห์จุลธาตุ (Fe,Cu) ในใบพืช 56
กราฟภาคผนวกที่ 5 แสดงค่าคลอโรฟิลล์ของใบพืช 56
กราฟภาคผนวกที่ 6 แสดงค่าความสูงของต้นมะเขือเทศ 57
กราฟภาคผนวกที่ 7 แสดงค่าความสูงของต้นมะเขือเทศ 57
กราฟภาคผนวกที่ 8 แสดงค่า pH ในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 30/08/44-14/09/44 58
กราฟภาคผนวกที่ 9 แสดงค่า pH ในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 19/09/44-23/09/44 58
กราฟภาคผนวกที่ 10 แสดงค่า pH ในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 24/09/44-28/09/44 59
กราฟภาคผนวกที่ 11 แสดงค่า pH ในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 30/09/44-05/10/44 59
กราฟภาคผนวกที่ 12 แสดงค่า pH ในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 07/10/44-15/10/44 60
กราฟภาคผนวกที่ 13 แสดงค่า pH ในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 16/10/44-22/10/44 60
กราฟภาคผนวกที่ 14 แสดงค่า pH ในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 23/10/44-27/10/44 61
กราฟภาคผนวกที่ 15 แสดงค่า pH ในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 31/10/44-06/11/44 61
กราฟภาคผนวกที่ 16 แสดงค่า pH ในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 07/11/44-12/11/44 62
กราฟภาคผนวกที่ 17 แสดงค่า pH ในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 13/11/44-17/11/44 62
กราฟภาคผนวกที่ 18 แสดงค่า pH ในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 19/11/44-22/11/44 63
กราฟภาคผนวกที่ 19 แสดงค่า pH ในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 23/11/44-03/12/44 63
กราฟภาคผนวกที่ 20 แสดงปริมาณการใช้สารละลายธาตุอาหารตลอดการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ 64
กราฟภาคผนวกที่ 21 แสดงปริมาณการใช้กรดไนตริกปรับค่า pH ในสารละลายตลอดการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของการใช้ซิลิกอนและการให้ปุ๋ยปลาทางใบที่มีต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศที่ปลูกด้วยระบบ NFT (Nutrient Film Technique) ในโรงเรือนระบบปิด

Effect of Silicon and Fish Fertilizer on Tomato Growth in Nutrient Film Technique System

คำนำ

การปลูกพืชระบบ NFT เป็นระบบหนึ่งของการปลูกพืชแบบ Hydroponics ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดเพราะไม่ต้องใช้วัสดุปลูก เป็นระบบที่มีการนำสารละลายกลับมาใช้ใหม่ เป็นการใช้สารละลายอย่างมีประสิทธิภาพมาก ประหยัดสารละลายและไม่ก่อให้เกิดมลพิษจากสารละลายที่เหลือใช้ ดังนั้นในการจัดการธาตุอาหารให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมกับความต้องการของพืชตลอดการปลูกจึงเป็นเรื่องสำคัญและมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

มะเขือเทศเป็นพืชที่ให้ผลผลิตเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมสูง และปลูกกันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากผลของมะเขือเทศมีคุณค่าทางอาหารสูงโดยเฉพาะวิตามิน A และวิตามิน C และสามารถนำไปแปรรูปได้ในทางอุตสาหกรรมอาหารจึงควรส่งเสริมให้มีการปลูกมากขึ้น

การให้ปุ๋ยทางใบ (Foliar application) เป็นการฉีดพ่นปุ๋ยที่ละลายน้ำได้ง่ายให้เป็นละอองจับที่ใบ ซึ่งธาตุอาหารที่ฉีดให้จะสามารถเข้าสู่เซลล์พืชได้อย่างรวดเร็วพืชสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ปุ๋ยทางใบมีราคาแพงจึงมีแนวคิดที่จะลดต้นทุนการผลิตในการซื้อปุ๋ยโดยการใช้ปุ๋ยปลาแทน ปุ๋ยปลาเป็นผลผลิตที่เหลือใช้จากโรงงาน มีอินทรียไนโตรเจนเป็นส่วนผสมอยู่รวมทั้งกรดนิวคลีอิกต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบของโปรตีน และ ฮอร์โมนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจึงได้นำมาศึกษาโดยฉีดพ่นให้แก่พืชทางใบในการทดลองนี้จึงได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยปลา คือ ให้ปุ๋ยปลาทางใบและไม่ให้ปุ๋ยปลาทางใบเพื่อทดอบว่าปุ๋ยปลาจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างไร

ในการทดลองนี้ได้มีการนำปุ๋ยโปแตสเซี่ยมซิลิเกตมาใช้ร่วมกับปุ๋ยปลาเพื่อเพิ่มคุณภาพของผลผลิต ซึ่งมีธาตุอาหารที่สำคัญคือ โปแตสเซี่ยมและซิลิกอนที่อยู่ในรูปของซิลิเกตออกไซด์ ซิลิกอนเป็นธาตุที่เพิ่มความแข็งแรงให้กับพืชพวกข้าวและพืชที่มีข้อปล้อง เช่น แตง,แคนตาลูบและมะเขือเทศ เป็นต้น การทดลองหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 ppm ,50 ppm และ100 ppm เพื่อทดสอบว่าที่ความเข้มข้นเท่าใดพืชจะเจริญเติบโตแข็งแรงดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน สามารถอธิบายได้ 2 ลักษณะตามระบบหรือวิธีการปลูกและความหมายที่แปลมาจากภาษาอังกฤษ 2 คำคือคำว่า Soilles culture และ Hydroponics

Soilles culture เป็นวิปลูกพืชเลียนแบบการปลูกพืชบนดินโดยไม่ใช้ดินเป็นวัสดุในการปลูกแต่เป็นการปลูกพืชลงบนวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ เช่น ฟองน้ำ ,ทราย ,กรวด,ขี้เลื่อยและอื่น ๆ แทนดิน โดยพืชสามารถเจริญเติบโตบนวัสดุปลูกจากการได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชต่ง ๆ ที่พืชต้องการได้จากทางราก

ผู้ทีจะทำการปลูกพืชตามระบบนี้จะต้องเลือกวัสดุปลูกให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชให้ดี (มนตรี,2531)

Hydroponics มาจากการรวมคำในภาษากรีกสองคำคือ คำว่า Hydro หมายถึง น้ำ ponos หมายถึง งาน เมื่อรวมสองคำเข้าด้วยกันก็คือ water working หรือหมายถึงการทำงานของน้ำ(สารละลายธาตุอาหารผ่านรากพืช) ดังนั้นคำว่า Hydroponics จัดว่าเป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินอย่างแท้จริง (ถวัลย์ ,2534)

ผู้ทีจะทำการปลูกตามระบบนี้จะต้องควบคุมอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารพืชให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชให้ดี

ดังนั้นความหมายของคำว่า การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน จึงหมายถึงวิธีการปลูกพืชเพื่อให้พืชได้รับสารอาหารหรือสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีน้ำที่ผสมกับแร่ธาตุที่ต้องการจากทางรากพืช โดยพืชที่ปลูกนั้นจะปลูกลงบนวัสดุปลูก หรือไม่มีวัสดุปลูกก็ได้ (จตุรงค์ ,2543)

กล่าวโดยสรุป การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หมายถึงวิธีการปลูกพืชเลียนแบบการปลูกพืชบนดินโดยการปลูกลงบนวัสดุปลูกหรือไม่มีวัสดุปลูกก็ได้เพื่อให้พืชได้รับสารอาหารหรือสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีน้ำผสมกับปุ๋ยที่มีธาตุอาหารที่พืชต้องการจากทางรกพืช

เทคนิคการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบต่าง ๆ

1.) การปลูกพืชในวัสดุปลูกที่เป็นของแข็ง

โดยทั่วไปจะใช้วัสดุปลูกต่าง ๆ ใส่ลงไปในภาชนะปลูกซึ่งจะมีแบบต่าง ๆ ได้แก่การปลูกในถุง (sock culture) ซึ่งปกติจะปลูกในแนวระนาบ แต่ถ้าปลูกในแนวตั้งเพื่อเพิ่มพื้นที่ปลูกในแนวกระจก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเป็นการปลูกในภาชนะแนวตั้ง (column culture) ภาชนะที่ใช้ใส่วัสดุปลูกอาจทำในภาชนะขนาดใหญ่ หรือเป็นกระถางก็ได้ เช่นการปลูกในทราย (sand culture) การปลูกในกรวด (gravel culture) การปลูกในขี้เลื่อย (sawdust) เป็นต้น

2.) การปลูกในสารละลาย

คือการปลูกในน้ำยา (Water culture หรือ Hydroponics)การปลูกแบบนี้รากพืชจะอยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืชโดยตรง ไม่มีวัสดุอื่นที่เป็นของแข็งเลย ได้แก่ วิธีปลูกแบบ

ก.) การปลูกในสารละลายไม่มีการไหลวน (Hydroponics)โดยรากพืชจะแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารที่อยู่นิ่งแต่จะมีการให้อากาศในน้ำโดยเครื่องพ่นอากาศ

ข.) การปลูกแบบระบบ NFT (Nutrient Film Technique)

ค.) การปลูกในอากาศ (Aeroponic)เป็นระบบปลูกที่รากพืชลอยอยู่ในอากาศและมีการฉีดสารละลายธาตุอาหารเป็นฝอยไปจับที่รากพืชโดยตรง

เทคนิคการปลูกพืชในระบบ Nutrient Film Technique (NFT)

การปลูกพืชในระบบ Nutrient Film Technique (NFT) พัฒนาขึ้นโดย Cooper (1975) เป็นการปลูกพืชระบบใหม่ โดยการให้สารละลายธาตุอาหารไหลเวียนกลับเป็นลักษณะลำธารบาง ๆ เหนือรากจัดให้มีการแลกเปลี่ยนอากาศ น้ำ ธาตุอาหารเพียงพอ สารละลายธาตุอาหารจะถูกปั๊มไปยังต้นรางและไหลไปตามความลาดเทกลับลงถังเก็บซึ่งอยู่ใต้ดิน ในขณะที่พืชหายใจ น้ำและธาตุอาหารถูกเพิ่มให้อยู่ในระดับที่เป็นประโยชน์ (M.Schawz,1994,Selwin,1991)

การปลูกพืชในระบบนี้จะเป็นการปลูกพืชโดยรากแช่อยู่ในสารละลายโดยตรง สารละลายธาตุอาหารจะไหลเป็นแผ่นฟิล์มบางๆในวงกว้างประมาณ 30-35 เซนติเมตร สูงประมาณ 5 เซนติเมตร ความยาวของรางตั้งแต่ 5-20 เมตร การไหลของสารละลายอาจเป็นแบบต่อเนื่องหรือแบบสลับก็ได้ รางจะทำจากแผ่นพลาสติกสองหน้าขาวและดำ หนา 80-200 ไมครอน หรืออาจทำจากโลหะ เช่น สังกะสี หรืออะลูมิเนียม และบุภายในด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันการกัดกร่อนของสารละลาย ก่อนปลูกอาจมีการวางแถบกระจายน้ำเพื่อให้สารละลายไหลทั่วราง (อิทธิสุนทร,2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาเกี่ยวกับปริมาณออกซิเจนในสารละลาย

ปัญหาที่สำคัญที่สุดของการปลูกพืชในระบบ NFT โดยเฉพาะในแถบร้อนคือการสะสมอุณหภูมิของสารละลายในช่วงเวลากลางวันทำให้อุณหภูมิสูงเกินไป มีผลทำให้การละลายตัวของออกซิเจนในสารละลายลดลงจนไม่พอเพียงกับความต้องการของพืช เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นมีผลให้การสลายตัวของออกซิเจนในสารละลายลดลงขณะเดียวกันอุณหภูมิที่สูงขึ้น จะมีผลให้ความต้องการออกซิเจนของรากพืชเพิ่มขึ้นด้วย

สรุปปัจจัยที่มีผลต่อการละลายตัวของออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหารพืชที่ปลูกในระบบ Nutrient Film Technique (NFT)

1. อุณหภูมิ	อุณหภูมิสูงขึ้นการละลายตัวของออกซิเจนลดลง
2. ชนิดของพืช	เช่น แตงกวาผลยาว (cucumber) รากมีความต้องการออกซิเจนมากกว่ามะเขือเทศประมาณ 2 เท่า
3. ความเข้มแสง	เมื่อแสงมีความเข้มมากขึ้น การระเหยน้ำจะมากตามไปด้วย มีผลให้กิจกรรมของรากเพิ่ม ดังนั้นมีความต้องการออกซิเจนมากขึ้น
4. ความหนาแน่นของการไหลของสารละลายในราง NFT	ถ้าสารละลายไหลในรางมีความหนาเพิ่มขึ้น การละลายตัวออกซิเจนจากอากาศลงในสารละลายจะน้อย
5. ความยาวของราง	รางสารละลายยิ่งยาว ความแตกต่างของออกซิเจนในสารละลายระหว่างต้นรางและปลายรางยิ่งมาก เช่น รางยาว 20 เมตร ถ้าปลูกมะเขือเทศปลายรางจะมีออกซิเจนน้อยกว่าต้นรง 1 ppm แต่ถ้าปลูกแตงกวาจะมีน้อยกว่า 3 ppm
6. ความลาดเอียงของราง(slope)	ถ้ารางมีความลาดเอียงมากขึ้นอัตราไหลของน้ำในรางจะสูงขึ้น มีผลให้ความหนาแน่นของน้ำบางลง อัตราการละลายของ ออกซิเจนสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใยหิน Rock wool

1. **แหล่งกำเนิด :** **เป็นวัสดุที่ผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมโดยการหลอมหินภูเขาไฟและทำให้เป็นเส้นใย และผสมด้วยสารเรซิน 4-5 % โดยน้ำหนัก เพื่อทำให้อ่อนตัวและผสมด้วยน้ำมันชนิดพิเศษเพื่อให้มีคุณสมบัติเกาะน้ำได้ ใยหินขณะใช้เป็นวัสดุปลูกจะปล่อยแคลเซี่ยมออกมาในสารละลายได้เล็กน้อย**
2. **คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์**
   - pH 7-9.5
   - **คุณสมบัติในกรอุ้มน้ำโดยเฉลี่ย 70-80% โดยปริมาตรขึ้นอยู่กับระดับความสูงของผิวน้ำ (94% ที่ระดับผิวน้ำ และ 82% ที่ระดับความสูงจากผิวน้ำ 5 ซม.)**
   - **คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุไม่มี**
   - **ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 0.08**
   - **ความพรุน 95%**
   - **ความคงทนของโครงสร้างไม่ดี**
   - **ปริมาณอากาศหลังจากทำให้ชุ่มน้ำและปล่อยให้น้ำส่วนเกินไหลออก 6%**
3. **ลักษณะการนำไปใช้ : แผ่นใยหินที่ขายจะมีหลายขนาดขึ้นอยู่กับชนิดพืชที่จะปลูก โดยทั่วไปจะมีขนาด กว้างxยาวxสูง เท่ากับ 20x100x7.5 และจะหุ้มด้วยพลาสติกรองหน้า (ดำและขาว โดยหุ้มให้ด้านขาวอยู่ข้างนอก) นอกจากนี้ยังทำเป็นแท่งสี่เหลี่ยมขนาดเล็กเพื่อใช้เพาะกล้า เช่น ขนาด 5x5x5 ซม.**
4. **อายุการใช้งาน : สามารถปลูกได้เพียง 2-6 ครั้ง**
5. **ราคาแพง**
6. **ข้อดี**
   - **เป็นวัสดุที่มีการระบายน้ำอากาศดีที่สุด**
   - **การใช้งานง่ายน้ำหนักเบา**
   - **ฆ่าเชื้อโรคและแมลงได้ง่าย**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ข้อเสีย

- ราคาแพง
- แผ่นใยหินมีราคาแพงและมีปริมาตรน้อย ดังนั้น จึงมีที่สำหรับเก็บกักสารละลายธาตุอาหารและรากพืชน้อย

หมายเหตุ : เป็นวัสดุที่มีราคาแพง ต้องสั่งเข้าจากต่างประเทศ ในประเทศไทยสั่งเข้ามาเพื่อใช้เป็นฉนวนกันความร้อน จากการทดลองปลูกพืชผัก สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกได้ (อิทธิ ศุนทร,2544)

การให้ปุ๋ยทางใบ (Foliar application)

เป็นการฉีดพ่นปุ๋ยที่ละลายน้ำได้ง่ายให้เป็นละอองจับที่ใบ ซึ่งธาตุอาหารที่ฉีดให้จะสามารถเข้าสู่เซลล์พืชได้อย่างรวดเร็วพืชสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ปุ๋ยทางใบมีราคาแพงจึงมีแนวคิดที่จะลดต้นทุนการผลิตในการซื้อปุ๋ยโดยการใช้ปุ๋ยปลาแทน ปุ๋ยปลาเป็นผลผลิตที่เหลือใช้จากโรงงาน มีอินทรีย์ไนโตรเจนเป็นส่วนผสมอยู่รวมทั้งกรดนิวคลีอิกต่าง ๆที่เป็นส่วนประกอบของโปรตีน และ ฮอร์โมนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจึงได้นำมาศึกษาโดยฉีดพ่นให้แก่พืชทางใบในการทดลองนี้จึงได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยปลา คือ ให้ปุ๋ยปลาทางใบและไม่ให้ปุ๋ยปลาทางใบเพื่อทดอบว่าปุ๋ยปลาจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างไร

ในการทดลองนี้ได้มีการนำปุ๋ยโปแตสเซี่ยมซิลิเกต มาใช้ร่วมกับปุ๋ยปลาเพื่อเพิ่มคุณภาพของผลผลิต ซึ่งมีธาตุอาหารที่สำคัญคือ โปแตสเซี่ยมและซิลิกอนที่อยู่ในรูปของซิลิเกตออกไซด์ ซิลิกอนเป็นธาตุที่เพิ่มความแข็งแรงให้กับพืชพวกข้าวและพืชที่มีข้อปล้อง เช่น แตง,แคนตาลูบ,และมะเขือเทศ เป็นต้น การทดลองนี้เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของซิลิกอนที่ความเข้มข้น 0 ppm ,50 ppm และ100 ppm เพื่อทดสอบว่าที่ความเข้มข้นเท่าใดพืชจะเจริญเติบโตแข็งแรงดีที่สุด

ปุ๋ยปลาหมัก (Fish Fertilizer)

การผลิตปุ๋ยปลาหมักเชิงอุตสาหกรรมมีขึ้นเป็นครั้งแรกในประเทศเดนมาร์กโดยใช้กรดฟอร์มิค ซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการผลิตปลาหมัก นอกจากนี้ยังมีการผลิตในเชิงอุตสาหกรรมในประเทศแคนาดา แต่จะใช้กำมะถันแทนการใช้กรดฟอร์มิค ปัจจุบันสามารถทำได้หลายวิธี

- การผลิตโดยใช้กรดอนินทรีย์
- การผลิตปลาหมักโดยใช้กรดอินทรีย์
- การผลิตปลาหมักโดยการใช้จุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากปัจจุบันปุ๋ยปลาหมักทำมาจากปลาและของเหลือใช้จากปลา ธาตุอาหารที่ได้จากปลาขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของปลา ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมที่ปลาอาศัยอยู่ คือน้ำและอาหารที่ปลากิน แร่ธาตุที่พบทั้งในปลาน้ำจืดและน้ำเค็มมีประมาณ 60 ชนิด ออกซิเจน 75% ไฮโดรเจน 10% คาร์บอน 9.5% ไนโตรเจน 2.5-3.0 % แคลเซี่ยม 1.2-1.5% ฟอสฟอรัส 0.6-0.8 % กำมะถัน 0.3% ส่วนแร่ธาตุอื่น ๆ มีอยู่ในปริมาณน้อยมาก ปลาทูน่าจัดเป็นปลาที่มีไขมันต่ำ เนื้อเยื่อปลามีส่วนประกอบของไนโตรเจน 2.5-3.5 %แร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของปลาและมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชมีดังนี้

- แคลเซี่ยม เป็นแร่ธาตุที่พบมากในกระดูกและเกร็ดของปลา รวมเป็นประมาณ 99% ของแคลเซี่ยมทั้งหมดที่มีในตัวปลา ส่วนอีก 1% พบในเลือดและเนื้อเยื่อ หรือปลามีแคลเซี่ยมเป็นส่วนประกอบประมาณ 0.5-1% ของน้ำหนักตัว โดยทั่วไปปลาส่วนมากจะมีสัดส่วนของแคลเซี่ยมต่อฟอสฟอรัสในกระดูกและเกร็ดประมาณ 1.5-2.1:1และสัดส่วนของแคลเซี่ยมต่อฟอสฟอรัสในตัวปลาทั้งหมดประมาณ 0.7-1.6:1
- ฟอสฟอรัส ส่วนมากพบในกระดูกและเกร็ดปลารวมกันประมาณ 85-90% ของฟอสฟอรัสที่มีทั้งหมดในตัวปลา หรือมีฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบประมาณ 0.4-0.5% ของน้ำหนักตัวปลา สำหรับส่วนที่เหลือจะเป็นฟอสฟอรัสประมาณ 10-15% ซึ่งพบในเลือดและเนื้อเยื่อ
- แมกนีเซี่ยม ส่วนมากพบในกระดูกและเกร็ดปลารวมกันประมาณ 70% ส่วนที่เหลืออีก 30% พบในเลือดและเนื้อเยื่อ
- เหล็ก ในเลือดปลาพบว่ามีเหล็กถึง 70% ซึ่งเป็นองค์ประกอบของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง ส่วนที่เหลือ 30% พบสะสมในตัวปลา ม้าม และ กล้ามเนื้อ ดังนั้นเหล็กจึงมีความสำคัญต่อการสร้างเม็ดเลือดแดง
- ทองแดง ส่วนมากจะรวมตัวกับโปรตีนได้สารประกอบที่มีชื่อว่า ซีรูพลาสมิน ซึ่งจะพบทั่วไปในเนื้อเยื่อพืช ต่าง ๆ แต่จะพบปริมาณมากที่สมอง หัวใจ ตับ ไต ตา และเลือด
- แมงกานีส พบทั่วไปในเนื้อเยื่อปลา แต่จะพบมากที่สุดบริเวณกระดูก โดยจะพบบริเวณตับ กล้ามเนื้อ ไต รังไข่ อัณฑะ และผิวหนัง ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังมีสังกะสี ซีลีเนี่ยม ไอโอดีน โคบอลต์ และอื่น ๆ

แนวทางการนำไปใช้

เป็นการให้ปุ๋ยทางใบ (Foliar application) คุณค่าสารอาหารส่วนใหญ่จะเป็นอาหารพืชที่เกือบจะสำเร็จรูป หรือสำเร็จรูปเป็นส่วนใหญ่ จึงไม่ต้องสงสัยว่าพืชจะไม่ตอบสนองได้อย่างฉับไวเมื่อนำไปใช้ ไม่ว่าจะเป็นการฉีดพ่นปุ๋ยที่ผสมน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม ฉีดพ่นให้เป็นละอองจับที่ใบ ซึ่งธาตุอาหารที่ฉีดให้จะสามารถเข้าสู่พืชได้อย่างรวดเร็ว พืชสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือการราดลงดินให้ต้นพืชดูดเข้าทางระบบรากก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซิลิคอน (Silicon,si)

แม้จะเป็นธาตุที่มีมากที่สุดบนผิวโลก แต่ปริมาณที่ละลายได้และอยู่ในสารละลายดินมีเพียงเล็กน้อย รูปของซิลิคอนในสารละลายดินส่วนมากคือกรดโมโนซิลิก

พืชดูดซิลิคอนในดินมาใช้ได้ต่างกัน อาจแบ่งพืชออกเป็นพวกสะสมซิลิคอน (Silicon accumulatos) และพืชพวกที่ไม่สะสมซิลิคอน (Silicon nonaccumulatos) โดยถือเกณฑ์ดังนี้ พืชสะสมดูดซิลิคอนมากกว่าที่มากับน้ำซึ่งพืชดูดได้ และแสดงกลไกการดูดเป็นแบบแอกทีฟ และพืชไม่สะสมซิลิคอน ดูดซิลิคอนเท่ากับหรือน้อยกว่าที่มากับน้ำ ซึ่งพืชดูดได้

มีผู้รายงานว่าพืชพวกมะเขือเทศ แตงกวา ถั่วเหลือง และสตรอเบอรี่ ก็ต้องการซิลิคอน หากขาดธาตุนี้จะแสดงอาการผิดปกติ เช่น ลดผลผลิต ใบที่แตกใหม่มีรูปร่างบิดเบี้ยวและเหี่ยวง่าย ละอองเรณูไม่งอกและไม่ติดผล

ซิลิคอนพบว่ามีประโยชน์ครั้งแรกกับข้าว เพราะทำให้ลำต้นแข็งแรงไม่ล้ม ต่อมาพบว่ามะเขือเทศและพืชสกุลแตงที่ปลูกในเรือนกระจก และได้รับซิลิคอนจะต้านทนทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา (สมิตรา,2544)

ผลด้านเสริมประโยชน์

ซิลิคอนมีผลด้านเสริมประโยชน์ต่อพืชหลายประการ เช่น ช่วยให้ใบตั้งชัน (eretness) ไม่ล้มง่าย ป้องกันการล่วงล้ำของเชื้อโรคเข้าไปในรากและใบ และป้องกันความเป็นพิษของแมงกานีสหรือเหล็กหรือทั้งสองธาตุ

มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

เป็นผักที่ใช้ผลเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมสูง และปลูกกันอย่างกว้างขวางไปทั่วโลก มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศเม็กซิโก เนื่องจากผลมะเขือเทศมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะวิตามินเอ วิตามินซี และใช้ประโยชน์ได้มากมายในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น น้ำมะเขือเทศ ซอสมะเขือเทศ และมะเขือเทศผง

1. ภูมิอากาศ มะเขือเทศเป็นพืชเขตกึ่งร้อน และต้องการฤดูการที่ค่อนข้างยาวในการที่จะผลิตพืชให้มีกำไร มะเขือเทศเป็นพืชที่อ่อนแอต่อน้ำค้าง อุณหภูมิสูง และความชื้นสูงจะพัฒนาโรคที่เกี่ยวกับใบ ลมแห้งเป็นผลให้ดอกร่วง Hammer et al.(1945 แสดงให้เห็นว่าความเข้มของแสงเป็นปัจจัยที่สำคัญมากสำหรับการสร้างวิตามินซี จะต่ำมากกว่าในความเข้มของแสงสูง Ellis and Hamner (1943) แสดงให้เห็นว่าปริมาณแคโรทีนของผลมะเขือเทศเมื่อผลิตในโรงเรือนจะลดลงต่ำกว่าเมื่อผลิตกลางแจ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้น ที่มีอิทธิพลอย่างเห็นได้ชัดในขบวนการติดผลของมะเขือทศ และในเวลาต่อมาก็จะพัฒนาผลของมะเขือเทศและผลผลิต (Calvart 1956; Sugiyamaa,1962; Coyne, 1968; Kemp, 1968; Abdel-feez 1971; Kinet, 1977)

Nightingale et al. (1928) ลงความเห็นว่าช่วงของการให้แสงสว่างประจำวันกับการให้ไนเตรทที่ผันแปรกระทบอย่างเด่นชัดในปรากฏการณ์ของการสืบพันธุ์บนมะเขือเทศ พืชจะเจริญเติบโตภายใต้ช่วงเวลา 7 ชั่วโมงต่อวัน กับไนเตรทในสารละลายอาหาร จะทำให้กิ่งก้านยาว และไม่ติดผลในขณะที่การให้แสง 14 ชั่วโมงต่อวันจะติดผลอย่างมาก ภายใต้วันสั้นที่ไม่มีไนเตรท พืชสร้างดอกได้อย่างมากแต่ไม่ติดผล Watt (1931) แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิมีผลคล้ายๆช่วงแสงเขารายงานว่าการเพิ่มอุณหภูมิจาก 15.5-21.5 °C ได้รับผลเช่นเดียวกับการเพิ่มระยะของช่วงแสง

อุณหภูมิมีผลกระทบอย่างเด่นชัดต่อการติดผลของมะเขือเทศซึ่งเป็นที่ทราบกันดี แม้ว่ามะเขือเทศจะสามารถเจริญเติบโตได้ในภาวะอุณหภูมิที่แตกต่างกันอย่างมาก การติดผลก็จะติดผลได้น้อยเมื่ออยู่ในมลภาวะอุณหภูมิค่อนข้างต่ำถึงสูง Watt (1931) พบว่าการติดผลที่อุณหภูมิ 24 °C จะติดผลได้มากกว่า 16°C Went (1945)และ Went and Cosper (1945) รายงานว่าปัจจัยวิกฤติในการติดผลคืออุณหภูมิกลางคืน อุณหภูมิระยะที่ดีสุดคือ 15-20 °C มะเขือเทศจะไม่ติดผลที่อุณหภูมิ 13 °C หรือต่ำกว่า เมื่อเฉลี่ยอุณหภูมิกลางวันสูงกว่า 30 °C และอุณหภูมิเฉลี่ยกลางคืนประมาณ 21°C การติดผลจะต่ำ (Moore and Thomas,1952) ความเข้มของแสงสูงตามด้วยอุณหภูมิสูงจะเป็นอันตรายต่อการติดผล การลดความเข้มของแสงด้วยการพรางแสง เพิ่มการติดผลอย่างมีนัยสำคัญที่อุณหภูมิสูง แต่เมื่ออุณหภูมิอยู่ในระยะที่ดีที่สุด การลดความเข้มของแสงจะไม่มีผลกระทบที่เป็นประโยชน์ Schaible (1962) สังเกตว่าการติดผลปกติจะไม่ค่อยดี เมื่ออุณหภูมิกลางคืนเกินกว่า 23°C Howlett (1962) ชี้ให้เห็นว่าทั้งอุณหภูมิกลางคืนและกลางวันเป็นปัจจัยสำคัญในการจำกัดการติดผล Sugiyama (1962) เชื่อว่าการติดผลและผลผลิตไม่ดีเนื่องมาจากอุณหภูมิกลางวันสูง ระยะอุณหภูมิระหว่าง 30-45°C เป็นสาเหตุให้ลดการติดผลอย่างเห็นได้ชัด

2. ผลกระทบของแร่ธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพของผล แร่ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีอิทธิพลต่อมะเขือเทศได้หลายทาง ไนโตรเจนส่งเสริมการเจริญเติบโต การออกดอก และการติดผล แต่ถ้าไนโตรเจนมากเกินไป ก็จะทำให้การแก่ของผลล่าช้าและขนาดของผลลดลง Rajgopal and Rao(1974) พบว่า พืชที่ขาดไนโตรเจนจะมีออกซินภายในพืชระดับต่ำ และลดกิจกรรมของจิบเบอเรลลินลง การเกิดโรคเน่าอย่างรุนแรงจะลดลงด้วยการเพิ่มไนโตรเจน แต่โรคปลายดอกเน่าเพิ่มขึ้นด้วยการเพิ่มไนโตรเจน สำหรับไนโตรเจนที่พอดีเพิ่มคุณภาพของผล ขนาดของผล คุณภาพการเก็บรักษา สี และรสชาติ และกรดจะเพิ่มขึ้นด้วยการที่มีไนโตรเจนที่มากเกินไป Sharma(1971)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับสูงของฟอสฟอรัสตลอดเขตรากอาหาร เป็นความจำเป็นในการพัฒนารากอย่างรวดเร็ว และการใช้ประโยชน์ได้อย่างดีของน้ำ และแร่ธาตุอาหารอื่นสำหรับพืช ฟอสฟอรัสมีผลกระทบอย่างเด่นชัดต่อจำนวนดอกที่พัฒนา ฟอสฟอรัสยังกระทบต่อกิจกรรมไซโตไคนิน ฟอสฟอรัสร่วมกับไนโตรเจนและโพแทสเซียมจะปรับปรุงสีเปลือก รสชาติ ความแข็งของเนื้อผล และปริมาณของวิตามินซี เร่งการแก่ของผล (Su,1974) พืชขาดโพแทสเซียมปกติจะมีใบสีเขียวเข้ม ข้อปล้องสั้น ในกรณีที่ขาดโพแทสเซียมมาก ขอบใบจะแห้งตาย การขาดโพแทสเซียมยังกระทบต่อขนาดและคุณภาพของผล โพแทสเซียมมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขนาดของผล และแก้ไขความผิดปกติหลายอย่าง เช่น การสุกของผลที่เป็นแผล ได้สีน้ำตาล เปลือกขาว เปลือกเทา (Hayslip and Lley,1967) Ozbun et al.(1967) แสดงให้เห็นว่าการสุกของผลที่เป็นแผลเป็นสาเหตุมาจากการได้รับโพแทสเซียมในระดับต่ำ การเพิ่มระดับของโพแทสเซียมจะช่วยลดการเกิดผลที่มีรูปร่างผิดปกติ (Gallagher,1972) ตามรายงานของ Trudal and Ozbun(1970) โพแทสเซียมแสดงบทบาทที่สำคัญในกระบวนการสร้างเม็ดสีของผลมะเขือเทศ ระดับโพแทสเซียมมีอิทธิพลต่อการเผาผลาญกรดของมะเขือเทศ ผลจากพืชที่ขาดโพแทสเซียมจะมีปริมาณเนื้อที่ละลายน้ำได้ น้ำตาล กรด แคโรทีน และไลโคเพนต่ำ

ในบรรดาธาตุอาหารที่พืชต้องการน้อย เช่น โบรอน สังกะสี และแมงกานีส สมควรจะได้รับการเอาใจใส่เป็นพิเศษ ความสัมพันธ์เชิงบวกได้สังเกตระหว่างโบรอนและจำนวนดอก จำนวนดอกผสมเกสรที่ตายและน้ำหนักผล เป็นสาเหตุให้ลดการเจริญเติบโตของราก การขยายขนาดส่วนใต้ใบเลี้ยงและใบเลี้ยง ใบแตกง่าย และการตายของปลายยอด

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง (Materials and Method)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง (Materials)

1. โครงเหล็กสำหรับวางราง
2. รางให้สารละลายไหลผ่าน ความยาว 6 เมตร จำนวน 9 ราง
3. ถังน้ำขนาด 200 ลิตร จำนวน 3 ถัง
4. ปั๊มน้ำตู้ปลา จำนวน 3 ตัว
5. ท่อ PVC,PE
6. ใยหิน Rock wool
7. Conductivity Meter (เครื่องวัดEC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. pH Meter
9. เครื่องวัดคลอโรฟิลล์
10. เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ
11. ตลับเมตร
12. เขือกฟาง
13. กระบะเพาะเมล็ด
14. ปลั๊กไฟ
15. บีกเกอร์ ขนาด 1,000 ml.
16. กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 100 ml.

สารเคมี

1. กรดไนตริก (HNO_3) 1:5
2. สารเคมีที่ใช้ในสูตรสารละลายมะเขือเทศ

วิธีการทดลอง (Method)

1. การเตรียมระบบ
   1.1 นำโครงเหล็กสำเร็จรูปมาต่อเป็นโต๊ะ ที่มีความยาว 6 เมตร กว้าง 1 เมตร (3 ชุด) โดยให้มีความลาดเทเท่ากับ 2%
   1.2 วางรางพลาสติกซึ่งเจาะรูเป็นหลุมสำหรับใส่ต้นกล้า จำนวน 8หลุม ต่อ 1 ราง โดย 1 โต๊ะมี 3 ราง (8*3=24) มีทั้งหมด 3 โต๊ะ (9 ราง)
   1.3 นำรางที่ไม่ได้เจาะรูมาตัดเป็นท่อน ท่อนละ 1 เมตร แล้วเจาะช่อง 3 ช่อง เพื่อให้ปลายรางสอดเข้าได้ และเจาะรูด้านใต้ เพื่อนำท่อ PVC มาต่อเป็นท่อน้ำทิ้งกลับลงถังสารละลาย ปิดด้านข้างด้วยฝาครอบราง ทากาวซิลิโคนกันรั่ว (ทำเหมือนกันทั้ง 3 โต๊ะ)
   1.4 ติดตั้งปั๊มในถังสารละลายแต่ละถัง เพื่อปั๊มน้ำจากถังให้ไหลไปตามท่อ PVC ยังต้นราง แล้วไหลกลับลงสู่ถังสารละลายอีกครั้ง
2. การเพาะต้นกล้าและการปลูก
   2.1 นำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศวางลงในจานที่รองด้วยกระดาษทิชชู่ชุ่มน้ำ จากนั้นนำกระดาษทิชชู่ปิดทับด้านบนอีกที ทิ้งไว้ 3-4 วันเมล็ดจะเริ่มงอก
   2.2 เตรียมก้อน Rock wool ขนาด 2*2.5 นิ้ว ตัดแช่น้ำไว้ 2 คืน จากนั้นนำต้นมะเขือเทศที่งอกแล้วมาใส่ใน Rock wool แล้วนำไปวางในกระบะเพาะ
   2.3 เมื่อเมล็ดที่เพาะไว้เริ่มแตกใบจริง ก็เริ่มให้สารละลายธาตุอาหารพืช โดยระยะแรกจะให้สารละลายที่มีค่า Conductivity (EC) ประมาณ1.2 , pH 5.8 เลี้ยงไปประมาณ 3-4 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การปลูก

3.1 ย้ายต้นมะเขือเทศไปลงในรางที่เตรียมไว้

3.2 ต้นมะเขือเทศจะถูกเลี้ยงโดยสารละลายที่มี Conductivity เท่ากับ 2 pH 5.8-6.0

3.3 เมื่อลำต้นเริ่มโตขึ้น ใช้เชือกโยงต้นมะเขือเทศ เพื่อช่วยพยุงต้นมะเขือเทศไม่ให้ล้ม

4. การบันทึกข้อมูล

4.1 การบันทึกข้อมูลระหว่างการปลูก

- วัดค่า pH , EC และอุณหภูมิของสารละลายทุกวันเว้นวัน
- วัดค่าคลอโรฟิลล์ก่อนเก็บผลทุกต้น

4.2 การบันทึกข้อมูลหลังการปลูก

- ชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง
- นับปริมาณผลผลิต
- วิเคราะห์ใบพืชเพื่อหา N,P,K,Ca,Mg,Na,Cu,Zn,Mn,และ Fe

5. การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร

- ตารางที่ 1 ปริมาณธาตุอาหารหลักในสารละลาย

ธาตุอาหาร	millimol / litre
NO_3	10.75
H_2PO_4	1.25
SO_4	1.50
NH_4	1.20
K	6.50
Ca	2.75
Mg	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ตารางที่ 2 สูตรสารละลายธาตุอาหารแสดงเป็นน้ำหนักปุ๋ย ธาตุอาหารหลักมีหน่วยเป็นกิโลกรัม(Kg.) ธาตุอาหารรองหน่วยเป็นกรัม (g) ละลายน้ำ 10 ลิตร (200 เท่า)**

stock	ปุ๋ย	น้ำหนักปุ๋ย
A	$Ca(NO_3)_2$	1.083
	KNO_3	0.528
	Fe-EDTA	0.033
B	KNO_3	0.528
	$NH_4H_2PO_4$	0.276
	KH_2PO_4	0.014
	K_2SO_4	0.215
	$MgSO_4.7H_2O$	0.494
(จุลธาตุ)	$ZnSO_4$	2.275
	$CuSO_4$	0.254
	$MnSO_4$	8.594
	H_3BO_4	3.823
	$(NH_4)_2MoO_4$	0.240

- การเตรียม stock สารละลายธาตุอาหารเข้มข้น
- stock A ชั่งปุ๋ยตามที่กำหนด ละลายน้ำให้ได้ปริมาตร 10 ลิตร
- stock B ชั่งปุ๋ยตามที่กำหนด ละลายน้ำให้ได้ปริมาตร 10 ลิตร
- เมื่อต้องการใช้สาละลาย ให้นำ stock A,B มาผสมกันจำนวนที่เท่ากันในถังสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การวางแผนการทดลอง

- ทำการทดลองแบบ Split-plot โดยวางแผนการทดลองแบบ Complete Random Design (CRD)
- มีตำรับการทดลอง 3 ตำรับ ตำรับละ 5 ซ้ำ

1. Treatment ที่ 1 silicon 0 ppm
2. Treatment ที่ 2 silicon 50 ppm
3. Treatment ที่ 3 silicon 100 ppm

- มี sub treatment 2 sub คือ

1. ฉีดปุ๋ยปลา
2. ไม่ฉีดปุ๋ยปลา

7. สถานที่ทำการทดลอง

โรงเรือน EVAP อาคารเจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

8. ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

15 สิงหาคม 2544 ถึง 31 ธันวาคม 2544

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. อัตราส่วนของซิลิกอนที่เหมาะสม จะช่วยให้การเจริญเติบโตทางลำต้นของมะเขือเทศแข็งแรงขึ้น
2. สามารถเลือกสูตรสารละลายที่มีอัตราส่วนของซิลิกอน ที่มีผลต่อพืชดีที่สุดได้
3. การให้ปุ๋ยปลาทางใบทำให้ผลผลิต และการเจริญเติบโตของมะเขือเทศดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. ค่า pH และ EC ของสารละลายธาตุอาหาร

ค่า pH

จากการวัดค่า pH ทุกวันเว้นวัน ในระหว่างทำการทดลอง พบว่า ในช่วงแรก ค่า pH ของตำรับที่มี silicon 0 ppm. จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และตำรับที่มี silicon 50 ppm. กับตำรับที่มี silicon 100 ppm. ค่า pH จะเพิ่มขึ้นมากกว่าในตำรับแรก (ตารางภาคผนวกที่ 11,กราฟภาคผนวกที่ 8-9) ในช่วงที่ 2 พบว่า ค่า pH ของตำรับที่มี silicon 0 ppm. จะลดลงจากช่วงแรกเล็กน้อย สามารถควบคุมค่า pH ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมได้ (~5.8-6.0) ส่วนตำรับที่มี silicon 50 ppm. กับตำรับที่มี silicon 100 ppm. ค่า pH จะลดลงจากช่วงแรก แต่ก็ยังคงมีค่าสูงกว่าตำรับที่มี silicon 0 ppm. (ตารางที่ 12,กราฟภาคผนวกที่ 10-11) ในช่วงที่ 3 ค่า pH ของทุกๆตำรับ มีค่าไม่คงที่ จะมีค่าสูงขึ้น (~6.3-7.0) โดยเฉพาะในตำรับที่มี silicon 100 ppm. ค่า pH จะเพิ่มขึ้นมากกว่าในตำรับอื่นๆ (ตารางที่ 13-15,กราฟภาคผนวกที่ 12-16) ในช่วงที่ 4 ค่า pH ของทุกๆตำรับจะเพิ่มขึ้น โดยตำรับที่มี silicon 100 ppm. จะมีค่า pH เพิ่มขึ้นมากที่สุด (~6.1-7.5) รองลงมา คือ ตำรับที่มี silicon 50 ppm. (~6.0-7.2)และตำรับที่มี silicon 0 ppm. ค่า pH จะเพิ่มขึ้นน้อยกว่า 2 ตำรับแรก (~5.8-6.9) (ตารางภาคผนวกที่ 16-17,กราฟภาคผนวกที่ 17-19)

ค่า EC

จากการวัดค่า EC ทุกวันเว้นวัน ในระหว่างทำการทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก คือ จะเพิ่มมากขึ้นหรือลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จากค่า EC ที่ปรับไว้ให้เหมาะสมกับช่วงการเจริญเติบโตของพืช

2. ปริมาณการใช้กรดไนตริก(HNO_3),ปุ๋ย และ silicon

ปริมาณกรดไนตริก

จากผลที่บันทึกได้ พบว่า ในตำรับที่มี silicon 100 ppm. ต้องใช้กรดไนตริกเป็นจำนวนมาก เนื่องจากในตำรับนี้มีค่า pH เพิ่มมากขึ้นกว่าตำรับอื่น และตำรับที่ใช้กรดไนตริกมากรองลงมา คือ ตำรับที่มี silicon 50 ppm. ส่วนตำรับที่มี silicon 0 ppm. จะมีการใช้กรดไนตริกน้อยที่สุด (ตารางภาคผนวกที่ 11-17)

ปริมาณปุ๋ย

จากการบันทึกผล พบว่า ในช่วงแรกของการทดลองจะใช้ปุ๋ยมาก เนื่องจากมีการเปลี่ยนน้ำบ่อย และจะพบว่าในแต่ละตำรับนั้นจะมีปริมาณการใช้ปุ๋ยไม่แตกต่างกันมากนัก โดยปริมาณปุ๋ยที่ใส่นั้น จะสัมพันธ์กับค่า EC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณ silicon

ในการทดลองนี้ จะมีการให้ silicon เฉพาะกับตำรับที่ 2 และตำรับที่ 3 เท่านั้น โดยตำรับที่ 2 จะให้ silicon 50 ppm. และตำรับที่ 3 จะให้ silicon 100 ppm. ซึ่งปริมาณ silicon ที่ใช้จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่เติม และจากตารางจะเห็นได้ว่า ตำรับที่ 3 มีค่าปริมาณการใช้น้ำมากกว่าตำรับที่ 2 ดังนั้นจึงทำให้ตำรับที่ 3 มีการใช้ silicon ในปริมาณที่มากกว่าตำรับที่ 2

3. **ความสูงของต้นมะเขือเทศ (cm)**

จากการบันทึกผล และวิเคราะห์ความสูงของต้นมะเขือเทศตลอดการทดลอง (Table 10) พบว่า ทั้งการวิเคราะห์ 2 ปัจจัยร่วมกัน(main-plot และ sub-plot) และการวิเคราห์แต่ละปัจจัยจะให้ผลไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งในส่วนของปัจจัยการให้ silicon (main-plot) ได้ผลว่า ตำรับที่มีการให้ silicon 100 ppm.จะมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด(215.5a) รองลงมาคือ ตำรับที่มีการให้ silicon 50 ppm. (200a) และน้อยที่สุด คือ ตำรับที่มีการให้ silicon 0 ppm. (191.8a) ในส่วนของปัจจัยการฉีดปุ๋ยปลา (sub-plot)ได้ผลว่า ตำรับที่มีการฉีดปุ๋ยปลา (204.1333a) จะมีความสูงเฉลี่ยมากกว่าตำรับที่ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา(200.7333a)

4. **คลอโรฟิลล์**

จากการวัดค่าคลอโรฟิลล์ของใบพืชทุกต้น แล้วนำมาเฉลี่ย (Table 11) พบว่า ในการวิเคราะห์ 2 ปัจจัยร่วมกัน (main-plot และ sub-plot) จะให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 ซึ่งถ้าพิจารณาปัจจัยการให้ silicon (main-plot)เป็นหลักได้ผลว่า 1) ตำรับที่ไม่มีการให้ silicon (M.P1) พบว่า ค่าคลอโรฟิลล์เฉลี่ยของตำรับที่ฉีดปุ๋ยปลาจะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากตำรับที่ไม่ฉีดปุ๋ยปลา

ตำรับที่ไม่มีการให้ silicon (M.P1)

มีการฉีดปุ๋ยปลา(S.P2)	57.72a
ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา(S.P1)	53.70b

2) ตำรับที่มีการให้ silicon 50 ppm. (M.P2) พบว่า ค่าคลอโรฟิลล์เฉลี่ยของตำรับที่ฉีดปุ๋ยปลาไม่แตกต่างจากตำรับที่ไม่ฉีดปุ๋ยปลา

ตำรับที่มีการให้ silicon 50 ppm. (M.P2)

มีการฉีดปุ๋ยปลา (S.P2)	58.30a
ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา (S.P1)	58.08a

3) ตำรับที่มีการให้ silicon 100 ppm. (M.P3) พบว่า ค่าคลอโรฟิลล์เฉลี่ยของตำรับที่ฉีดปุ๋ยปลาจะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากตำรับที่ไม่ฉีดปุ๋ยปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำรับที่มีการให้ silicon 100 ppm. (M.P3)

มีการฉีดปุ๋ยปลา (S.P2)	58.64a
ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา (S.P1)	53.30b

ถ้าพิจารณาการฉีดปุ๋ยปลา(sub-plot) ได้ผลว่า 1) ตำรับที่ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา(S.P1) พบว่า ค่าคลอโรฟีลล์เฉลี่ยของตำรับที่มีการให้ silicon 50 ppm. จะแตกต่างจากตำรับที่ไม่มีการให้ silicon และตำรับที่มีการให้ silicon 100 ppm. ในขณะที่ค่าคลอโรฟีลล์เฉลี่ยของตำรับที่ไม่มีการให้ silicon ไม่แตกต่างจากตำรับที่มีการให้ silicon 100 ppm.

ตำรับที่ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา (S.P1)

มีการให้ silicon 50 ppm. (M.P2)	58.08a
ไม่มีการให้ silicon (M.P1)	53.70b
มีการให้ silicon 100 ppm. (M.P3)	53.30b

2) ตำรับที่มีการฉีดปุ๋ยปลา(S.P2) พบว่า ค่าคลอโรฟีลล์เฉลี่ยของการให้ silicon ทั้ง 3 อัตรา ไม่แตกต่างกัน

ตำรับที่มีการฉีดปุ๋ยปลา (S.P2)

มีการให้ silicon 100 ppm. (M.P3)	58.64a
มีการให้ silicon 50 ppm. (M.P2)	58.30a
ไม่มีการให้ silicon (M.P1)	57.72a

5. ค่าการวิเคราะห์ปริมาณ N,P,K ในพืช

ไนโตรเจน (nitrogen)

จากการสุ่มใบพืชไปวิเคราะห์หาปริมาณ %N นั้น (Table 1) พบว่า เมื่อวิเคราะห์ 2 ปัจจัยร่วมกัน(main-plot และ sub-plot) จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ถ้าพิจารณาแต่ละปัจจัย จะเห็นได้ว่า ปัจจัยการให้ Silicon(main-plot) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับที่มีปริมาณ %N เฉลี่ยมากที่สุด คือ ตำรับที่ได้รับ 50% Silicon (4.5647a) รองลงมา คือ ตำรับที่ไม่ได้รับ Silicon (4.4495a) และตำรับที่มีน้อยที่สุด คือ ตำรับที่ได้รับ 100% Silicon (4.2587a) ส่วนปัจจัยการฉีดปุ๋ยปลา(sub-plot) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 และที่ระดับนี้ ปริมาณ %N เฉลี่ยของตำรับที่มีการฉีดปุ๋ยปลากับตำรับที่ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลาจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยตำรับที่มีการฉีดปุ๋ยปลา (4.6555a) จะมีปริมาณ %N เฉลี่ยมากกว่าตำรับที่ไม่ฉีดปุ๋ยปลา(4.1931b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

99655

ฟอสฟอรัส (phosphorus)

จากการสุ่มใบพืชไปวิเคราะห์หาปริมาณ %P นั้น(Table 2) พบว่า ทั้งการวิเคราะห์ 2 ปัจจัยร่วมกัน(main-plot และ sub-plot) และการวิเคราะห์แต่ละปัจจัย จะให้ผล ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งในส่วนของปัจจัยการให้ Silicon(main-plot) ได้ผลว่า ตำรับที่มีการ 50%Silicon จะมีปริมาณ %P เฉลี่ยมากที่สุด (1.0188a) รองลงมา คือ ตำรับที่ไม่มีการให้ Silicon (0.9990a) และน้อยที่สุด คือ ตำรับที่มีการให้ 100%Silicon (0.9630a) ในส่วนของปัจจัยการฉีดปุ๋ยปลา(sub-plot) ได้ผลว่า ตำรับที่มีการฉีดปุ๋ยปลา (1.0257a) จะมีปริมาณ %P เฉลี่ยมากกว่าตำรับที่ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา(0.9614a)

โพแทสเซียม (potassium)

จากการสุ่มใบพืชไปวิเคราะห์หาปริมาณ %K นั้น(Table 3) พบว่า ทั้งการวิเคราะห์ 2 ปัจจัยร่วมกัน(main-plot และ sub-plot) และการวิเคราะห์แต่ละปัจจัย จะให้ผล ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งในส่วนของปัจจัยการให้ Silicon(main-plot) ได้ผลว่า ตำรับที่มีการให้ 100%Silicon จะมีปริมาณ %K เฉลี่ยมากที่สุด(3.8197a) รองลงมา คือ ตำรับที่ไม่มีการให้ Silicon (3.5347a) และตำรับที่มีการให้ 50%Silicon จะมีปริมาณ %K เฉลี่ยน้อยที่สุด(3.4601a) ส่วนปัจจัยการฉีดปุ๋ยปลา(sub-plot) ได้ผลว่า ตำรับที่มีการฉีดปุ๋ยปลา (3.6593a) จะมีปริมาณ %K เฉลี่ยมากกว่าตำรับที่ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา (3.5504a)

6. ค่าการวิเคราะห์ปริมาณ Ca และ Mg ในพืช

แคลเซียม (calcium)

จากการสุ่มใบพืชไปวิเคราะห์หาปริมาณ %Ca นั้น(Table 4) พบว่า ทั้งการวิเคราะห์ 2 ปัจจัยร่วมกัน(main-plot และ sub-plot) และการวิเคราะห์แต่ละปัจจัย จะให้ผลไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งในส่วนของปัจจัยการให้ Silicon(main-plot) ได้ผลว่า ตำรับที่มีการให้ 100%Silicon จะมีปริมาณ %Ca เฉลี่ยมากที่สุด (3.1447a) รองลงมา คือ ตำรับที่ไม่มีการให้ Silicon (2.8820a) และตำรับที่มีการให้ 50%Silicon จะมีปริมาณ %Ca เฉลี่ยน้อยที่สุด (2.8111a) ในส่วนของปัจจัยการฉีดปุ๋ยปลา(sub-plot) ได้ผลว่า ตำรับที่มีการฉีดปุ๋ยปลา (3.1096a) จะมีปริมาณ %Ca เฉลี่ยมากกว่าตำรับที่ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา (2.7823a)

แมกนีเซียม (magnesium)

จากการสุ่มใบพืชไปวิเคราะห์หาปริมาณ %Mg นั้น(Table 5) พบว่า ทั้งการวิเคราะห์ 2 ปัจจัยร่วมกัน(main-plot และ sub-plot) และการวิเคราะห์แต่ละปัจจัย จะให้ผลไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งในส่วนของปัจจัยการให้ Silicon(main-plot) ได้ผลว่า ตำรับที่มีการให้ 100%Silicon จะมีปริมาณ %Mg เฉลี่ยมากที่สุด (0.4864a) รองลงมา คือ ตำรับที่ไม่มีการให้ Silicon (0.4707a) และที่น้อยที่สุด คือ ตำรับที่มีการให้ 50%Silicon (0.4257a) ในส่วนของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยการฉีดปุ๋ยปลา(sub-plot) ได้ผลว่า ตำรับที่มีการฉีดปุ๋ยปลา(0.4797a) จะมีปริมาณ %Mg เฉลี่ยมากกว่าตำรับที่ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา(0.4421a)

7. ค่าการวิเคราะห์ปริมาณ Zn,Fe,Mn และ Cu ในพืช

สังกะสี (Zn)

จากการสุ่มใบพืชไปวิเคราะห์ปริมาณ Zn นั้น(Table6) พบว่า ทั้งการวิเคราะห์ 2 ปัจจัยร่วมกัน(main-plot และ sub-plot) และการวิเคราะห์แต่ละปัจจัย จะให้ผล ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งในส่วนของปัจจัยการให้ Silicon(main-plot) ได้ผลว่า ตำรับที่ไม่มีการให้ Silicon จะมีปริมาณ Zn(ppm)เฉลี่ยมากที่สุด(37.5007a) รองลงมา คือ ตำรับที่มีการให้ 100%Silicon (36.9126a) และตำรับที่มีการให้ 50%Silicon จะมีปริมาณ Zn(ppm) เฉลี่ยน้อยที่สุด(31.5367a) ในส่วนของปัจจัยการฉีดปุ๋ยปลา(sub-plot) ได้ผลว่า ตำรับที่มีการฉีดปุ๋ยปลา (38.5834a) จะมีปริมาณ Zn(ppm) เฉลี่ยมากกว่าตำรับที่ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา(32.0499a)

เหล็ก (Fe)

จากการสุ่มใบพืชไปวิเคราะห์หาปริมาณ Fe(ppm) นั้น(Table7) พบว่า เมื่อวิเคราะห์ 2 ปัจจัยร่วมกัน(main-plot และ sub-plot) จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ถ้าพิจารณาแต่ละปัจจัย จะเห็นได้ว่า ปัจจัยการฉีดปุ๋ยปลา(sub-plot) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับที่มีการฉีดปุ๋ยปลา(239.9788a) จะมีปริมาณ Fe(ppm) เฉลี่ยมากกว่าตำรับที่ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา(205.9643a) ส่วนปัจจัยการให้ Silicon(main-plot) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 ที่ระดับนี้พบว่า ปริมาณ Fe(ppm) เฉลี่ยของตำรับที่ไม่มีการให้ Silicon จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตำรับที่มีการให้ 100%Silicon ในขณะที่ ตำรับที่มีการให้ 50%Silicon จะไม่แตกต่างจากตำรับที่ไม่มีการให้ Silicon และตำรับที่มีการให้ 50%Silicon ก็ไม่แตกต่างจากตำรับที่มีการให้ 100%Silicon เช่นกัน (ตารางด้านล่าง)

ตำรับที่ไม่มีการให้ Silicon	253.8617a
ตำรับที่มีการให้ 50%Silicon	238.7511ab
ตำรับที่มีการให้ 100%Silicon	176.3019b

แมงกานีส (Mn)

จากการสุ่มใบพืชไปวิเคราะห์หาปริมาณ Mn(ppm) นั้น(Table 8) พบว่า ทั้งการวิเคราะห์ 2 ปัจจัยร่วมกัน(main-plot และ sub-plot) และการวิเคราะห์แต่ละปัจจัย จะให้ผล ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งในส่วนของปัจจัยการให้ Silicon(main-plot) ได้ผลว่า ตำรับที่มีการให้ 50%Silicon จะมีปริมาณ Mn(ppm) เฉลี่ยมากที่สุด (261.4547a) รองลงมา คือ ตำรับที่ไม่มีการให้ Silicon (236.4614a) และตำรับที่มีการให้ 100%Silicon จะมีปริมาณ Mn(ppm) เฉลี่ยน้อยที่สุด(208.7146a) ในส่วนของปัจจัยการฉีดปุ๋ยปลา(sub-plot) ได้ผลว่า ตำรับที่ไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การฉีดปุ๋ยปลา (245.4561a) จะมีปริมาณ Mn(ppm) เฉลี่ยมากกว่า ตำรับที่มีการฉีดปุ๋ยปลา (225.6310a)

ทองแดง (Cu)

จากการสุ่มใบพืชไปวิเคราะห์หาปริมาณ Cu(ppm) นั้น(Table 9) พบว่า ในการวิเคราะห์ 2 ปัจจัยร่วมกัน(main-plot และ sub-plot)จะให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ซึ่งทั้ง 3 ตำรับจะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ดังนี้

ตำรับที่ไม่มีการให้ Silicon และไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา	9.4596a
ตำรับที่มีการให้ 50%Silicon และไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา	6.0778b
ตำรับที่มีการให้ 100%Silicon และไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา	2.4854c

ตำรับที่มีการให้ 50%Silicon และมีการฉีดปุ๋ยปลา	8.6703a
ตำรับที่ไม่มีการให้ Silicon และมีการฉีดปุ๋ยปลา	6.2728b
ตำรับที่มีการให้ 100%Silicon และมีการฉีดปุ๋ยปลา	1.6908c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18550

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่บันทึกค่า pH,EC ในถังสารละลายทุกวันเว้นวัน พบว่า ตำรับที่มีซิลิกอน 0 ppm. สามารถควบคุมค่า pH ได้ดีที่สุด และในตำรับที่มีซิลิกอน 100 ppm. จะมีการเปลี่ยนแปลงค่า pH เพิ่มขึ้นมากที่สุด ซึ่งอาจเนื่องมาจากการให้ซิลิกอนทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้น ส่วนค่า EC พบว่าทั้ง 3 ตำรับไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ค่า EC เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

ผลการวัดปริมาณกรดไนตริก,ปุ๋ย และซิลิกอนที่ใช้ พบว่า ในตำรับที่มีซิลิกอน 100 ppm. จะใช้กรดไนตริกเป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีค่า pH เพิ่มมากขึ้นกว่าตำรับอื่น ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ในแต่ละตำรับไม่แตกต่างกันมากนัก ส่วนการให้ซิลิกอน พบว่า มีการใช้ซิลิกอนมากในตำรับที่ให้ซิลิกอน 100 ppm. และยังพบว่า ในตำรับนี้ มีการดูดใช้น้ำมากกว่าสารละลายธาตุอาหาร ซึ่งอาจเนื่องมาจากมีการสะสมของซิลิกอนมากในถังสารละลาย ประกอบกับสภาพภูมิอากาศค่อนข้างร้อนในช่วงทำการทดลอง

ความสูงของต้นมะเขือเทศ พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนผลการวัดค่าคลอโรฟิลล์ในใบพืช พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าการวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืช พบว่า มีเพียงค่าวิเคราะห์ของ Cu ,N และ Fe เท่านั้นที่ให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าวิเคราะห์ Cu พบว่า ตำรับที่มีการให้ซิลิกอน 100 ppm. จะมีปริมาณ Cu เฉลี่ยน้อยกว่าตำรับอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับค่าวิเคราะห์ N พบว่า ตำรับที่มีการฉีดปุ๋ยปลาจะมีปริมาณ %N เฉลี่ยมากกว่าตำรับที่ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าวิเคราะห์ Fe พบว่า ปริมาณ Fe(ppm) เฉลี่ยของตำรับที่มีซิลิกอน 0 ppm. ไม่แตกต่างจากตำรับที่มีซิลิกอน 50 ppm. และปริมาณ Fe (ppm) เฉลี่ยของตำรับที่มีซิลิกอน 50 ppm. ก็ไม่แตกต่างจากตำรับที่มีซิลิกอน 100 ppm. เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา สวัสดี.2543.**ผลของอัตราส่วนระหว่างแอมโมเนียมต่อไนเตรท และการฉีดปุ๋ยปลาทางใบต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH สารละลาย และผลผลิตของมะเขือเทศ** (ปัญหาพิเศษ).ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.

จตุรงค์ จันทร์สี่ทิศ.2543. **การปลูกพืชไม่ใช้ดิน**. ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

ดิเรก ทองอร่าม.2544. **เอกสารประกอบการฝึกอบรม การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รุ่นที่ 3.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.

ถวัลย์ พัฒนาเสถียรพงศ์ .2534. **ปลูกพืชไม่ใช้ดิน**. กองวิเคราะห์ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน.

นภดล.2538. **การปลูกพืชไม่ใช้ดิน**. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .

ยงยุทธ โอสถสภา. 2543. **ธาตุอาหารพืช**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ. หน้า 361-366.

วัฒนธรรม ประยูรหงษ์.2543. **ผลของการให้ปุ๋ยทางใบต่อการเจริญเติบโตของบร็อคโคลี ในระบบ** Aeroponic. (ปัญหาพิเศษ).ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.

ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี.2543. **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการกลางปี ครั้งที่ 4 เรื่องปุ๋ยปลาหมัก**.

สมภพ รัตะวสันต์. 2530. **การผลิตมะเขือเทศเพื่อการค้า**. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิสุนทร นันทกิจ.2538.การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.

อิทธิสุนทร นันทกิจ.2543. เอกสารประกอบการฝึกอบรม การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รุ่นที่ 3. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.

J. Benton Jones. Jr. 1998. **Tomato plant culture :In the field** , Plant nutrition. 55,56.

M. Schwarz.1994. **Soiless Culture Management.** Jurusalem College of Technology. !srael :66-73.

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงค่าความสูงของต้นมะเขือเทศ วันที่ 22/9/44

ลำดับ	ความสูง (ซม.)					
	Silicon 0 ppm		Silicon 50 ppm		Silicon 100 ppm	
	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา
1	31	32.5	31	24.5	29.5	35.5
2	34.5	32	31.5	26	29.5	37
3	35	39	31.5	-	19.5	31
4	34	37.5	30	30	21	28
5	27	-	25.5	33	29.5	29.5
6	28	30	37	28	34	30.5
7	32	25.5	29.5	32	17	36
8	25	28	31	34	30.5	27
9	25	29.5	28	31	31.5	31.5
10	13	34	15	30	33	31
เฉลี่ย	28.45	32	29	29.8	27.5	31.7

ตารางที่ 4 แสดงค่าความสูงของต้นมะเขือเทศ วันที่ 2/10/44

ลำดับ	ความสูง (ซม.)					
	Silicon 0 ppm		Silicon 50 ppm		Silicon 100 ppm	
	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา
1	66	65	62	70	55.5	64
2	71	62	65	53.5	64	69
3	72	71	67	-	66.5	62
4	68	67	60	-	48	58
5	57	-	59.5	69.5	57	37
6	59.5	58.5	73	61	58	64
7	67	58.5	60	61	62	76
8	51	62	65	67	60	61
9	56	62	56	65	64	64
10	33	63	37	65	66	55.5
เฉลี่ย	60.05	63.2	60.45	64	60.1	61.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงค่าความสูงของต้นมะเขือเทศ วันที่ 7/10/44

ลำดับ	ความสูง (ซม.)					
	Silicon 0 ppm		Silicon 50 ppm		Silicon 100 ppm	
	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา
1	82	85	78	82	75	75
2	80	89	83	66	88	86
3	90	78	87	-	84	79
4	83	81	85	-	66	78
5	76	-	78	93	77	54
6	74	70	87	75	72	82
7	78	75	75	74	80	95
8	63	79	83	83	72	78
9	68	82	71	81	83	82
10	44	84	50	79	87	-
เฉลี่ย	73.8	80.3	77.7	79.13	78.4	78.78

ตารางที่ 6 แสดงค่าความสูงของต้นมะเขือเทศ วันที่ 26/10/44

ลำดับ	ความสูง (ซม.)					
	Silicon 0 ppm		Silicon 50 ppm		Silicon 100 ppm	
	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา
1	160	175	155	150	130	82
2	170	160	156	95	130	150
3	133	100	160	-	150	160
4	104	122	150	-	147	134
5	174	-	150	170	150	110
6	140	-	150	155	133	150
7	108	115	155	110	135	160
8	90	150	120	130	130	160
9	140	155	142	120	150	140
10	116	145	115	145	146	-
เฉลี่ย	133.5	140.25	145.3	134.37	140.1	138.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงค่าความสูงของต้นมะเขือเทศ วันที่ 2/11/44

ลำดับ	ความสูง (ซม.)					
	Silicon 0 ppm		Silicon 50 ppm		Silicon 100 ppm	
	จีดปุ๋ยปลา	ไม่จีดปุ๋ยปลา	จีดปุ๋ยปลา	ไม่จีดปุ๋ยปลา	จีดปุ๋ยปลา	ไม่จีดปุ๋ยปลา
1	185	205	160	150	145	-
2	138	175	175	120	135	170
3	143	117	160	-	170	180
4	110	133	160	-	180	135
5	210	-	150	180	151	130
6	150	-	170	185	170	145
7	118	102	170	125	175	175
8	90	185	115	120	135	150
9	145	175	165	125	160	155
10	135	150	128	140	175	-
เฉลี่ย	142.4	155.25	155.3	143.13	159.6	155

ตารางที่ 8 แสดงค่าความสูงของต้นมะเขือเทศ วันที่ 9/11/44

ลำดับ	ความสูง (ซม.)					
	Silicon 0 ppm		Silicon 50 ppm		Silicon 100 ppm	
	จีดปุ๋ยปลา	ไม่จีดปุ๋ยปลา	จีดปุ๋ยปลา	ไม่จีดปุ๋ยปลา	จีดปุ๋ยปลา	ไม่จีดปุ๋ยปลา
1	190	215	175	170	155	-
2	139	185	208	120	145	175
3	152	120	160	-	175	190
4	110	138	170	-	195	145
5	210	-	155	195	165	130
6	155	-	180	202	188	174
7	120	102	175	130	190	180
8	94	185	115	120	150	150
9	150	175	185	145	170	155
10	150	150	128	140	190	-
เฉลี่ย	147	158.75	165.1	152.75	172.3	162.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงค่าความสูงของต้นมะเขือเทศ วันที่ 16/11/44

ลำดับ	ความสูง (ซม.)					
	Silicon 0 ppm		Silicon 50 ppm		Silicon 100 ppm	
	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา
1	200	223	187	175	160	-
2	145	200	218	125	150	180
3	155	125	162	-	178	210
4	110	140	180	-	210	150
5	228	-	160	215	178	150
6	157	-	185	210	160	212
7	122	108	178	134	231	220
8	110	192	115	120	155	150
9	155	175	220	160	173	160
10	147	157	135	145	220	-
เฉลี่ย	152.9	165	174	160.5	181.5	179

ตารางที่ 10 แสดงค่าความสูงของต้นมะเขือเทศ วันที่ 23/11/44

ลำดับ	ความสูง (ซม.)					
	Silicon 0 ppm		Silicon 50 ppm		Silicon 100 ppm	
	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา
1	210	230	203	177	178	-
2	155	210	220	133	162	185
3	155	125	165	-	210	233
4	115	-	183	-	215	155
5	240	-	160	242	203	162
6	160	-	247	226	180	231
7	125	115	180	142	252	246
8	130	194	120	125	170	150
9	160	177	247	187	175	161
10	180	162	145	150	242	-
เฉลี่ย	163	173.3	187	172.75	198.7	190.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงค่า pH,EC,ปริมาณการใช้กรด และปุ๋ย ในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 30/8/44-22/9/44

วันที่	Treatment	pH	EC (ms/cm)	HNO_3 (ml)	ปุ๋ย (ml)
30/8/44	silicon 0 ppm	5.8	1.0	60	400
	silicon 50 ppm	6.7	1.0	70	400
	silicon 100 ppm	6.6	1.0	60	400
01/9/44	silicon 0 ppm	6.3	1.0	10	-
	silicon 50 ppm	6.4	1.0	10	-
	silicon 100 ppm	6.5	1.0	15	-
10/9/44	silicon 0 ppm	6.3	1.2	5.0	100
	silicon 50 ppm	5.9	1.2	5	100
	silicon 100 ppm	5.9	1.2	-	100
14/9/44	silicon 0 ppm	5.8	1.8	-	300
	silicon 50 ppm	5.7	1.8	-	300
	silicon 100 ppm	5.9	1.8	-	350
19/9/44	silicon 0 ppm	6.0	1.9	6	-
	silicon 50 ppm	5.8	1.9	-	-
	silicon 100 ppm	5.9	1.9	-	-
21/9/44	silicon 0 ppm	6.5	2.0	60	900
	silicon 50 ppm	6.3	2.0	80	900
	silicon 100 ppm	6.7	2.0	110	900
22/9/44	silicon 0 ppm	6.1	2.0	18	-
	silicon 50 ppm	5.9	2.0	4.0	-
	silicon 100 ppm	6.0	2.0	6	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 แสดงค่า pH,EC,ปริมาณการใช้กรด และปุ๋ย ในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 23/9/44-01/10/44

วันที่	Treatment	pH	EC (ms/cm)	HNO_3 (ml)	ปุ๋ย (ml)
23/9/44	silicon 0 ppm	5.8	2.0	-	-
	silicon 50 ppm	5.8	2.0	-	-
	silicon 100 ppm	5.9	2.0	-	-
24/9/44	silicon 0 ppm	5.9	2.0	-	-
	silicon 50 ppm	5.9	2.0	-	-
	silicon 100 ppm	6.0	2.0	-	-
25/9/44	silicon 0 ppm	5.9	2.0	5.0	-
	silicon 50 ppm	5.9	2.0	4.0	-
	silicon 100 ppm	6.1	2.0	65	-
26/9/44	silicon 0 ppm	6.0	2.0	5	-
	silicon 50 ppm	5.9	2.0	5	-
	silicon 100 ppm	5.9	2.0	5	-
28/9/44	silicon 0 ppm	5.8	1.8	-	100
	silicon 50 ppm	5.9	1.9	10	50
	silicon 100 ppm	6.0	1.8	10	50
30/9/44	silicon 0 ppm	7.0	2.0	15	-
	silicon 50 ppm	7.0	2.0	15	-
	silicon 100 ppm	6.9	2.0	15	-
1/10/44	silicon 0 ppm	5.4	2.0	-	-
	silicon 50 ppm	5.4	2.0	-	-
	silicon 100 ppm	5.0	2.0	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 แสดงค่า pH,EC,ปริมาณการใช้กรด และปุ๋ย ในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 03/10/44-16/10/44

วันที่	Treatment	pH	EC (ms/cm)	HNO_3 (ml)	ปุ๋ย (ml)
03/10/44	silicon 0 ppm	6.5	1.9	5.5	50
	silicon 50 ppm	6.5	1.8	65	100
	silicon 100 ppm	6.7	1.7	80	150
05/10/44	silicon 0 ppm	5.7	2.0	-	-
	silicon 50 ppm	5.6	2.0	-	-
	silicon 100 ppm	5.7	2.0	-	-
07/10/44	silicon 0 ppm	5.4	2.0	-	-
	silicon 50 ppm	5.8	20	-	-
	silicon 100 ppm	5.9	2.0	-	-
08/10/44	silicon 0 ppm	6.5	1.6	3.5	200
	silicon 50 ppm	6.5	1.6	35	200
	silicon 100 ppm	6.8	1.4	80	300
09/10/44	silicon 0 ppm	5.7	2.0	-	-
	silicon 50 ppm	5.8	2.0	-	-
	silicon 100 ppm	6.0	2.0	5.0	-
15/10/44	silicon 0 ppm	5.2	1.8	-	100
	silicon 50 ppm	5.3	1.7	-	150
	silicon 100 ppm	5.7	1.4	-	300
16/10/44	silicon 0 ppm	5.4	2.0	-	-
	silicon 50 ppm	5.5	1.8	-	100
	silicon 100 ppm	5.8	1.9	-	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 แสดงค่า pH,EC,ปริมาณการใช้กรด และปุ๋ย ในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 17/10/44-29/10/44

วันที่	Treatment	pH	EC (ms/cm)	HNO_3 (ml)	ปุ๋ย (ml)
17/10/44	silicon 0 ppm	5.4	2.0	-	-
	silicon 50 ppm	5.4	2.0	-	-
	silicon 100 ppm	5.7	2.0	-	-
19/10/44	silicon 0 ppm	5.7	1.8	-	100
	silicon 50 ppm	5.8	1.7	-	150
	silicon 100 ppm	6.2	1.8	35	100
22/10/44	silicon 0 ppm	5.6	2.0	-	-
	silicon 50 ppm	5.8	1.8	-	100
	silicon 100 ppm	6.1	2.0	40	-
23/10/44	silicon 0 ppm	6.2	2.0	40	-
	silicon 50 ppm	6.4	2.0	60	-
	silicon 100 ppm	6.6	2.0	60	-
24/10/4	silicon 0 ppm	6.4	2.0	40	-
	silicon 50 ppm	6.6	2.0	45	-
	silicon 100 ppm	6.6	2.0	50	-
26/10/44	silicon 0 ppm	5.2	2.0	40	1,000
	silicon 50 ppm	5.4	2.0	30	1,000
	silicon 100 ppm	5.4	2.0	25	950
29/10/44	silicon 0 ppm	6.1	2.0	-	100
	silicon 50 ppm	6.0	1.8	3.0	200
	silicon 100 ppm	6.3	1.7	5.0	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 แสดงค่า pH,EC,ปริมาณการใช้กรด และปุ๋ย ในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 31/10/44-11/11/44

วันที่	Treatment	pH	EC (ms/cm)	HNO_3 (ml)	ปุ๋ย (ml)
31/10/44	silicon 0 ppm	6.5	1.8	10	100
	silicon 50 ppm	6.6	1.7	15	150
	silicon 100 ppm	6.9	1.6	30	175
02/11/44	silicon 0 ppm	6.4	1.9	5.0	50
	silicon 50 ppm	6.8	1.8	13	100
	silicon 100 ppm	7.0	1.8	17	100
05/11/44	silicon 0 ppm	6.6	1.8	8	150
	silicon 50 ppm	6.9	1.8	32	150
	silicon 100 ppm	7.1	1.6	45	200
06/11/44	silicon 0 ppm	5.8	2.0	-	-
	silicon 50 ppm	6.4	2.0	10	-
	silicon 100 ppm	6.7	2.0	20	-
07/11/44	silicon 0 ppm	7.1	1.8	20	100
	silicon 50 ppm	7.0	1.9	20	50
	silicon 100 ppm	7.1	1.9	30	50
09/11/44	silicon 0 ppm	6.4	2.0	10	-
	silicon 50 ppm	6.2	1.9	10	30
	silicon 100 ppm	6.9	1.9	20	20
11/11/44	silicon 0 ppm	6.3	1.8	5.0	100
	silicon 50 ppm	6.5	1.8	15	100
	silicon 100 ppm	6.8	1.7	2	150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 แสดงค่า pH,EC,ปริมาณการใช้กรด และปุ๋ย ในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 12/11/44-20/11/44

วันที่	Treatment	pH	EC (ms/cm)	HNO_3 (ml)	ปุ๋ย (ml)
12/11/44	silicon 0 ppm	5.8	2.0	-	-
	silicon 50 ppm	6.0	2.0	3.0	-
	silicon 100 ppm	6.4	2.0	5.0	-
13/11/44	silicon 0 ppm	6.7	2.0	15	950
	silicon 50 ppm	6.9	2.0	35	970
	silicon 100 ppm	7.4	2.0	45	1,000
15/11/44	silicon 0 ppm	6.5	1.8	5.0	70
	silicon 50 ppm	6.5	1.8	15	70
	silicon 100 ppm	6.7	1.8	20	100
16/11/44	silicon 0 ppm	6.4	2.0	5.0	-
	silicon 50 ppm	6.4	2.0	10	-
	silicon 100 ppm	6.6	2.0	10	-
17/11/44	silicon 0 ppm	6.3	1.9	5.0	5
	silicon 50 ppm	6.3	1.9	5.0	50
	silicon 100 ppm	6.6	1.9	10	30
19/11/44	silicon 0 ppm	6.4	1.8	10	100
	silicon 50 ppm	6.9	1.8	20	100
	silicon 100 ppm	6.9	1.7	30	150
20/11/44	silicon 0 ppm	5.8	2.0	-	-
	silicon 50 ppm	6.0	2.0	5	-
	silicon 100 ppm	6.8	2.0	10	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 แสดงค่า pH,EC,ปริมาณการใช้กรด และปุ๋ย ในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 21/11/44-31/12/44

วันที่	Treatment	pH	EC (ms/cm)	HNO_3 (ml)	ปุ๋ย (ml)
21/11/44	silicon 0 ppm	5.7	1.9	-	50
	silicon 50 ppm	6.3	1.8	5	100
	silicon 100 ppm	6.6	1.8	10	100
22/11/44	silicon 0 ppm	6.9	2.0	5	-
	silicon 50 ppm	7.2	2.0	10	-
	silicon 100 ppm	7.5	2.0	15	-
23/11/44	silicon 0 ppm	5.8	1.9	-	50
	silicon 50 ppm	6.1	1.7	10	150
	silicon 100 ppm	6.1	1.9	10	50
26/11/44	silicon 0 ppm	6.0	1.9	5	80
	silicon 50 ppm	6.6	1.8	10	100
	silicon 100 ppm	6.4	1.8	15	100
28/11/44	silicon 0 ppm	6.1	2.0	5	-
	silicon 50 ppm	6.4	1.9	5	50
	silicon 100 ppm	6.7	1.9	15	50
30/1/44	silicon 0 ppm	6.2	1.9	5	30
	silicon 50 ppm	6.3	1.9	7	30
	silicon 100 ppm	6.7	1.9	10	30
3/12/44	silicon 0 ppm	6.8	1.9	-	30
	silicon 50 ppm	7.0	1.9	-	30
	silicon 100 ppm	7.49	2.0	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 แสดงปริมาณ Silica และ ปริมาณน้ำที่ใช้ ระหว่างวันที่ 21/09/44-28/09/44

วันที่	Treatment	ปริมาณ Silica(cc.)	ปริมาณน้ำ (l.)
21/9/44	T1	_	160
	T2	8	160
	T3	16	160
23/9/44	T1	_	-
	T2	-	-
	T3	-	-
25/9/44	T1	-	-
	T2	-	-
	T3	-	-
28/9/44	T1		14
	T2	0.75	15
	T3	1.8	118

ตารางที่ 19 แสดงปริมาณ Silica และ ปริมาณน้ำที่ใช้ ระหว่างวันที่ 3/10/44-19/10/44

วันที่	Treatment	ปริมาณ Silica(cc.)	ปริมาณน้ำ (l.)
3/10/44	T1	-	26
	T2	1.45	29
	T3	3.8	38
8/10/44	T1	-	35
	T2	1.95	39
	T3	5.4	54
15/10/44	T1	-	26
	T2	1.9	38
	T3	7.4	74
19/10/44	T1	-	19
	T2	1	20
	T3	2.6	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 แสดงปริมาณ Silica และ ปริมาณน้ำที่ใช้ ระหว่างวันที่ 22/10/44-31/10/44

วันที่	Treatment	ปริมาณ Silica(cc.)	ปริมาณน้ำ (l.)
22/10/44	T1	-	21
	T2	1.05	21
	T3	3.3	33
26/10/44	T1	-	44
	T2	8	48
	T3	16	70
29/10/44	T1	-	25
	T2	2	40
	T3	5.5	55
31/10/44	T1	-	28
	T2	2	40
	T3	4	40

ตารางที่ 21แสดงปริมาณ Silica และ ปริมาณน้ำที่ใช้ ระหว่างวันที่ 2/11/44-9/11/44

วันที่	Treatment	ปริมาณ Silica(cc.)	ปริมาณน้ำ (l.)
2/11/44	T1	-	25
	T2	1.6	32
	T3	4	40
5/11/44	T1	-	35
	T2	24.5	42
	T3	49.7	57
7/11/44	T1	-	24
	T2	5.32	28
	T3	15.2	40
9/11/44	T1	-	28
	T2	3.42	18
	T3	17.48	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 แสดงปริมาณ Silica และ ปริมาณน้ำที่ใช้ ระหว่างวันที่ 11/11/44-19/11/44

วันที่	Treatment	ปริมาณ Silica(cc.)	ปริมาณน้ำ (l.)
11/11/44	T1	-	25
	T2	5.32	28
	T3	17.48	46
15/11/44	T1	-	25
	T2	6.08	32
	T3	15.96	42
17/11/44	T1	-	20
	T2	2.47	13
	T3	6.84	18
19/11/44	T1	-	25
	T2	4.47	25
	T3	19	50

ตารางที่ 23 แสดงปริมาณ Silica และ ปริมาณน้ำที่ใช้ ระหว่างวันที่ 21/11/44-28/11/44

วันที่	Treatment	ปริมาณ Silica(cc.)	ปริมาณน้ำ (l.)
21/11/44	T1	-	25
	T2	9.31	49
	T3	22.8	60
23/11/44	T1	-	25
	T2	7.2	38
	T3	35	13.3
26/11/44	T1	-	25
	T2	7.2	38
	T3	16.74	43
28/11/44	T1	-	10
	T2	2.66	14
	T3	7.6	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24 แสดงปริมาณ Silica และ ปริมาณน้ำที่ใช้ ระหว่างวันที่ 30/11/44-3/12/44

วันที่	Treatment	ปริมาณ Silica(cc.)	ปริมาณน้ำ (l.)
30/11/44	T1	-	12
	T2	2.47	13
	T3	6.46	17
3/12/44	T1	-	20
	T2	4.18	22
	T3	29	11.02

ตารางที่ 25 แสดงค่าคลอโรฟิลล์ในใบมะเขือเทศ

ลำดับ	Treatment					
	Silicon 0 ppm		Silicon 50 ppm		Silicon 100 ppm	
	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา
1	58.1	57.3	56.1	50.1	56.4	46.8
2	53.7	55.1	60.8	47.5	57.3	52.2
3	58.7	54.8	49.7	54.3	48.5	44.8
4	55.2	48.8	49.8	56.2	56.2	53.6
5	55.5	49.6	48.7	60.8	64.1	53.7
6	45.9	49.4	55.2	58.3	56.7	53.8
7	41.4	-	52.4	47.2	58.0	46.8
8	59.2	-	60.4	54.8	50.4	53.2
9	56.0	51.2	59.0	60.3	57.1	45.3
10	56.6	50.1	52.3	43.3	56.5	51.5
เฉลี่ย	54.0	52.0	54.5	53.3	56.1	50.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 แสดงค่าวิเคราะห์ %N ในใบ

ลำดับ	Treatment					
	Silicon 0 ppm		Silicon 50 ppm		Silicon 100 ppm	
	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา
1	4.61	4.93	4.95	3.69	4.81	4.42
	4.76	5.89	5.14	3.43	4.37	3.64
2	4.24	3.23	5.63	4.43	3.29	4.01
	4.27	3.71	5.50	4.43	4.19	4.31
3	5.50	4.48	4.21	4.17	3.71	4.76
	5.41	4.43	4.40	4.05	5.34	4.05
4	4.08	4.03	4.41	4.01	4.94	3.73
	4.15	4.14	5.16	3.84	5.04	3.52
5	4.38	4.34	5.05	4.78	4.73	3.84
	4.05	4.26	5.00	4.86	4.19	4.16
เฉลี่ย	4.55	3.35	4.95	4.18	4.47	4.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 27 แสดงค่าวิเคราะห์ %P ในใบ

ลำดับ	Treatment					
	Silicon 0 ppm		Silicon 50 ppm		Silicon 100 ppm	
	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา
1	0.87	0.96	1.12	1.24	1.12	0.75
	0.79	1.02	1.09	0.01	1.09	0.79
2	1.23	0.84	1.12	0.87	0.74	1.05
	1.24	0.75	1.15	0.89	0.72	1.03
3	1.20	1.31	1.12	1.30	0.89	1.06
	1.19	1.33	1.15	1.26	0.95	1.09
4	0.74	0.89	0.89	0.90	0.95	0.79
	0.74	0.99	0.87	0.92	0.92	0.79
5	1.19	0.69	1.21	1.01	1.02	1.20
	1.19	0.72	1.17	1.02	0.99	1.23
เฉลี่ย	1.04	0.95	1.09	0.95	0.94	0.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 28 แสดงค่าวิเคราะห์ %K ในใบ

ลำดับ	Treatment					
	Silicon 0 ppm		Silicon 50 ppm		Silicon 100 ppm	
	จีดปุ๋ยปลา	ไม่จีดปุ๋ยปลา	จีดปุ๋ยปลา	ไม่จีดปุ๋ยปลา	จีดปุ๋ยปลา	ไม่จีดปุ๋ยปลา
1	3.87	3.19	3.26	3.55	3.81	3.51
	4.04	3.38	3.25	3.59	3.89	3.59
2	3.99	3.70	4.58	3.49	3.72	4.03
	3.72	3.67	4.81	3.46	3.60	4.29
3	2.76	3.53	3.82	3.05	3.99	3.42
	2.99	3.33	3.82	3.02	4.20	3.84
4	3.00	3.83	2.96	4.10	4.24	3.84
	2.77	3.64	3.02	4.25	3.76	3.58
5	3.38	3.93	3.23	3.06	4.05	3.26
	3.90	4.03	3.41	2.95	3.83	3.83
เฉลี่ย	3.44	3.62	3.61	3.65	3.91	3.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29 แสดงค่าวิเคราะห์ %Ca ในใบ

ลำดับ	Treatment					
	Silicon 0 ppm		Silicon 50 ppm		Silicon 100 ppm	
	จิ้มปุ๋ยปลา	ไม่จิ้มปุ๋ยปลา	จิ้มปุ๋ยปลา	ไม่จิ้มปุ๋ยปลา	จิ้มปุ๋ยปลา	ไม่จิ้มปุ๋ยปลา
1	2.45	3.33	2.77	2.88	2.75	3.05
	2.48	3.29	3.41	2.95	2.72	2.91
2	3.98	2.17	2.40	3.19	3.32	2.82
	3.00	2.06	2.50	3.20	3.16	3.64
3	1.89	2.52	3.09	3.13	3.83	3.71
	2.10	2.65	2.93	2.74	3.54	3.21
4	4.03	2.80	2.53	2.54	3.88	2.96
	3.76	2.82	2.58	2.67	3.65	3.00
5	3.34	2.58	3.44	3.31	3.23	2.23
	4.80	2.49	3.72	3.08	2.86	2.32
เฉลี่ย	3.08	2.67	2.94	2.97	3.30	2.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30 แสดงค่าวิเคราะห์ %Mg ในใบ

ลำดับ	Treatment					
	Silicon 0 ppm		Silicon 50 ppm		Silicon 100 ppm	
	จีดปุ๋ยปลา	ไม่จีดปุ๋ยปลา	จีดปุ๋ยปลา	ไม่จีดปุ๋ยปลา	จีดปุ๋ยปลา	ไม่จีดปุ๋ยปลา
1	0.41	0.61	0.55	0.53	0.49	0.51
	0.21	0.62	0.54	0.45	0.68	0.39
2	0.51	0.44	0.45	0.45	0.67	0.48
	0.52	0.42	0.50	0.39	0.61	0.67
3	0.49	0.39	0.42	0.49	0.57	0.51
	0.50	0.37	0.44	0.50	0.55	0.52
4	0.52	0.48	0.35	0.41	0.49	0.28
	0.61	0.46	0.32	0.53	0.51	0.25
5	0.30	0.17	0.43	0.30	0.36	0.37
	0.46	0.45	0.45	0.39	0.50	0.44
เฉลี่ย	0.46	0.47	0.45	0.40	0.53	0.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 31 แสดงค่าวิเคราะห์ Zn (ppm) ในใบ

ลำดับ	Treatment					
	Silicon 0 ppm		Silicon 50 ppm		Silicon 100 ppm	
	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา
1	37.90	33.80	33.88	8.91	24.80	50.52
	34.85	31.94	36.75	36.84	34.85	0.604
2	38.85	38.85	53.67	27.84	67.94	29.83
	39.87	35.83	51.89	32.82	72.82	36.83
3	42.87	33.85	31.54	25.76	27.81	34.76
	47.89	33.85	25.88	29.83	21.89	28.91
4	41.85	30.87	33.79	31.88	21.81	25.95
	55.81	26.94	32.44	32.86	25.90	27.86
5	20.89	37.78	26.90	25.84	72.59	27.78
	23.88	41.81	24.97	41.94	29.59	24.85
เฉลี่ย	40.44	34.55	35.26	27.80	40.04	33.78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 32 แสดงค่าวิเคราะห์ Mn (ppm)ในใบ

ลำดับ	Treatment					
	Silicon 0 ppm		Silicon 50 ppm		Silicon 100 ppm	
	จีดปุ๋ยปลา	ไม่จีดปุ๋ยปลา	จีดปุ๋ยปลา	ไม่จีดปุ๋ยปลา	จีดปุ๋ยปลา	ไม่จีดปุ๋ยปลา
1	245.41	335.05	319.91	247.26	181.16	178.32
	260.90	334.39	316.84	237.00	190.12	175.49
2	306.83	246.06	246.52	246.61	799.36	183.93
	303.81	233.92	527.48	257.56	788.10	361.34
3	121.66	233.02	293.47	424.01	270.16	293.00
	120.49	234.01	284.69	28 4.69	264.67	270.24
4	123.70	227.04	179.88	246.11	251.83	198.64
	110.62	229.49	182.67	259.90	269.03	198.01
5	333.39	193.91	260.47	256.41	167.06	198.45
	325.37	210.07	260.68	266.12	161.25	202.78
เฉลี่ย	225.22	247.70	260.26	262.64	191.41	226.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 33 แสดงค่าวิเคราะห์ Fe (ppm) ในใบ

ลำดับ	Treatment					
	Silicon 0 ppm		Silicon 50 ppm		Silicon 100 ppm	
	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา
1	224.46	281.36	245.16	203.38	158.27	313.05
	206.13	241.56	424.11	190.20	116.46	178.46
2	209.20	282.92	292.24	304.29	253.79	180.95
	245.23	271.75	308.38	168.05	120.71	178.18
3	204.42	268.87	168.69	247.67	183.75	222.48
	269.86	286.79	148.32	190.89	195.02	186.47
4	250.39	221.07	284.23	158.43	135.83	104.81
	273.07	260.42	223.59	156.34	218.17	103.48
5	246.81	206.54	392.21	173.92	270.48	126.01
	295.52	276.78	473.43	209.70	151.30	118.29
เฉลี่ย	242.51	265.21	296.04	181.46	181.38	171.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 34 แสดงค่าวิเคราะห์ Cu (ppm) ในใบ

ลำดับ	Treatment					
	Silicon 0 ppm		Silicon 50 ppm		Silicon 100 ppm	
	ฉีดปุ๋ยบ่ลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา	ฉีดปุ๋ยปลา	ไม่ฉีดปุ๋ยปลา
1	5.98	3.97	7.97	4.98	1.99	2.97
	5.97	2.99	7.44	6.97	1.99	1.98
2	8.96	2.98	8.94	3.97	-	0.99
	9.92	29.8	7.98	5.96	-	5.97
3	9.97	22.9	6.48	6.93	1.98	0.99
	6.97	10.95	5.97	6.95	1.99	1.99
4	0.99	5.97	8.94	9.96	1.98	1.99
	0.99	3.99	8.98	6.97	1.99	1.99
5	6.6	1.98	12.97	596	2.98	2.97
	5.97	8.96	10.68	8.90	1.99	2.98
เฉลี่ย	6.27	9.46	8.67	6.08	1.69	2.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	2	0.4776	0.2388	0.785ns	3.89	6.93
ERROR A	12	3.6518	0.3043			
B	1	1.6032	1.6032	7.806*	4.75	9.33
AB	2	0.4135	0.2067	1.007ns	3.89	6.93
ERROR B	12	2.4647	0.2054			
TOTAL	29	8.6107	0.2969			

GRAND MEAN = 4.4243

C.V. A = 12.46859 % C.V. B = 10.24334 %

A = % Silicon B = foliar fish

ns = non-significant * = significant at 5% level ** = significant at 1% level

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

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	2	0.016	0.008	0.216ns	3.89	6.93
ERROR A	12	0.4439	0.037			
B	1	0.031	0.031	0.754ns	4.75	9.33
AB	2	0.0448	0.0224	0.545ns	3.89	6.93
ERROR B	12	0.4937	0.0411			
TOTAL	29	1.0294	0.0355			

GRAND MEAN = 0.9936

C.V. A = 19.3567 % C.V. B = 20.4131%

A = % Silicon B = foliar fish

ns = non-significant * = significant at 5% level ** = significant at 1% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	2	0.7205	0.3603	1.101ns	3.89	6.93
ERROR A	12	3.925	0.3271			
B	1	0.0889	0.0889	0.319ns	4.75	9.33
AB	2	0.3363	0.1681	0.603ns	3.89	6.93
ERROR B	12	3.3466	0.2789			
TOTAL	29	8.4173	0.2903			

GRAND MEAN = 3.6049

C.V. A = 15.8648 % C.V. B = 14.6494 %

A = % Silicon B = foliar fish

ns = non-significant * = significant at 5% level ** = significant at 1% level

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

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	2	0.6179	0.309	0.876ns	3.89	6.93
ERROR A	12	4.2307	0.3526			
B	1	0.8037	0.6037	2.294ns	4.75	9.33
AB	2	0.0306	0.0153	0.044ns	3.89	6.93
ERROR B	12	4.2034	0.3503			
TOTAL	29	9.8863	0.3409			

GRAND MEAN = 2.9459

C.V. A = 20.1554% C.V. B = 20.0901%

A = % Silicon B = foliar fish

ns = non-significant * = significant at 5% level ** = significant at 1% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	2	0.0198	0.0099	1.372ns	3.89	6.93
ERROR A	12	0.0866	0.0072			
B	1	0.0106	0.0106	1.087ns	4.75	9.33
AB	2	0.0117	0.0059	0.600ns	3.89	6.93
ERROR B	12	0.1174	0.0098			
TOTAL	29	0.2461	0.0085			

GRAND MEAN = 0.4609

C.V. A = 18.4282 % C.V. B = 21.45346 %

A = % Silicon B = foliar fish

ns = non-significant * = significant at 5% level ** = significant at 1% level

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

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	2	216.0496	108.0248	0.930ns	3.89	6.93
ERROR A	12	1393.564	116.1304			
B	1	320.1469	320.1469	1.840ns	4.75	9.33
AB	2	3.3992	1.6996	0.010ns	3.89	6.93
ERROR B	12	2088.09	174.0075			
TOTAL	29	4021.25	138.6638			

GRAND MEAN = 35.3167

C.V. A = 30.5135 % C.V. B = 37.3511 %

A = % Silicon B = foliar fish

ns = non-significant * = significant at 5% level ** = significant at 1% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	2	33812.5	16906.25	7.990**	3.89	6.93
ERROR A	12	25392.62	2116.052			
B	1	8677.421	8677.421	2.239ns	4.75	9.33
AB	2	25689.63	12844.82	3.314ns	3.89	6.93
ERROR B	12	46508.58	3875.715			
TOTAL	29	140080.8	4830.371			

GRAND MEAN = 222.9715

C.V. A = 20.6307% C.V. B =27.9207%

A = % Silicon B = foliar fish

ns = non-significant * = significant at 5% level ** = significant at 1% level

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

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	2	13920.23	6960.116	1.274ns	3.89	6.93
ERROR A	12	65558.12	5463.177			
B	1	2947.759	2947.759	0.482ns	4.75	9.33
AB	2	1325.383	662.6916	0.108ns	3.89	6.93
ERROR B	12	73316.14	6109.679			
TOTAL	29	157067.6	5416.126			

GRAND MEAN = 235.5435

C.V. A = 31.3799 % C.V. B = 33.1847%

A = % Silicon B = foliar fish

ns = non-significant * = significant at 5% level ** = significant at 1% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	2	205.2323	102.6162	6.131*	3.89	6.93
ERROR A	12	200.8314	16.736			
B	1	1.6078	1.6078	0.300ns	4.75	9.33
AB	2	42.1605	21.0802	3.929*	3.89	6.93
ERROR B	12	64.3881	5.3657			
TOTAL	29	514.2202	17.7317			

GRAND MEAN = 5.7762

C.V. A = 70.8249 % C.V. B =40.1027 %

A = % Silicon B = foliar fish

ns = non-significant * = significant at 5% level ** = significant at 1% level

Table 10 Analysis of variance for the height of stem (cm)

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	2	2897.267	1448.633	0.688ns	3.89	6.93
ERROR A	12	25248.6	2104.05			
B	1	86.7	86.7	1.166ns	4.75	9.33
AB	2	306.2	153.1	2.058ns	3.89	6.93
ERROR B	12	892.6	74.3833			
TOTAL	29	29431.37	1014.875			

GRAND MEAN = 202.4333

C.V. A = 22.6593 % C.V. B = 4.2604 %

A = % Silicon B = foliar fish

ns = non-significant * = significant at 5% level ** = significant at 1% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 11 Analysis of variance for chlorophyll

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
A	2	37.1547	18.5773	2.017ns	3.89	6.93
ERROR A	12	110.524	9.2103			
B	1	76.4803	76.4803	37.515**	4.75	9.33
AB	2	35.3307	17.6653	8.665**	3.89	6.93
ERROR B	12	24.464	2.0387			
TOTAL	29	283.9537	9.7915			

GRAND MEAN = 56.6233

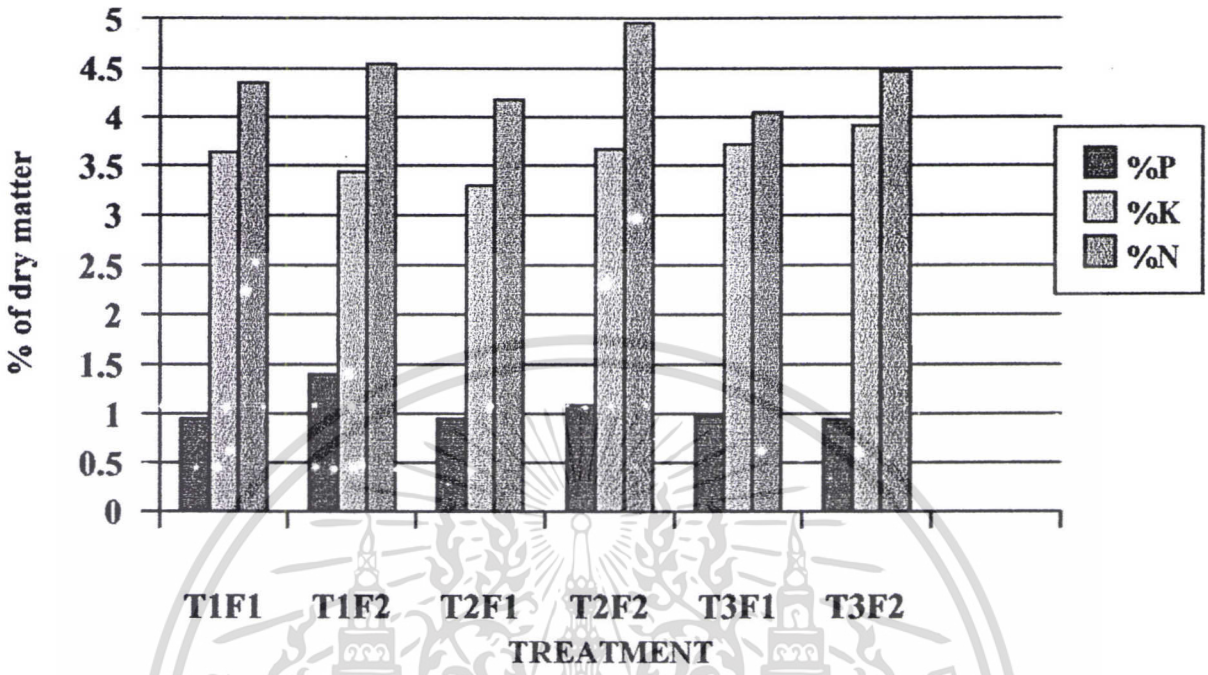
C.V. A = 5.3597 % C.V. B = 2.5216%

A = % Silicon B = foliar fish

ns = non-significant * = significant at 5% level ** = significant at 1% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 1 แสดงค่าการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก (N,P,K)ในใบพืช



T1F1 = Silicon 0 ppm ไม่ฉีดปุ๋ยปลา

T1F2 = Silicon 0 ppm ฉีดปุ๋ยปลา

T2F1 = Silicon 50 ppm ไม่ฉีดปุ๋ยปลา

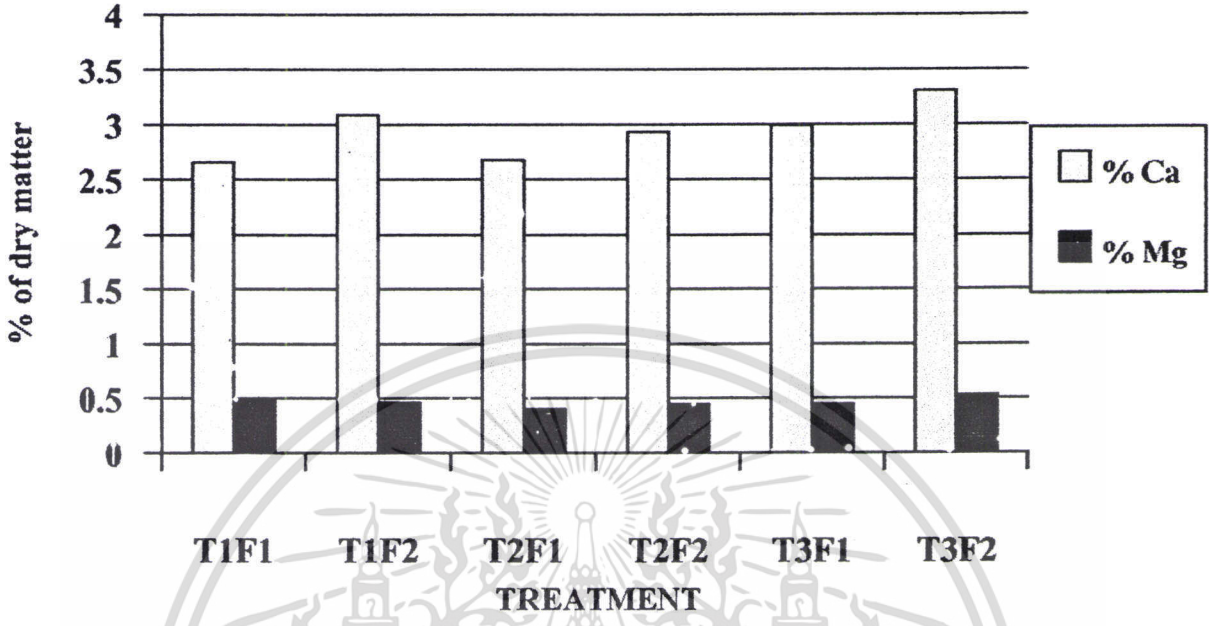
T2F2 = Silicon 50 ppm ฉีดปุ๋ยปลา

T3F1 = Silicon 100 ppm ไม่ฉีดปุ๋ยปลา

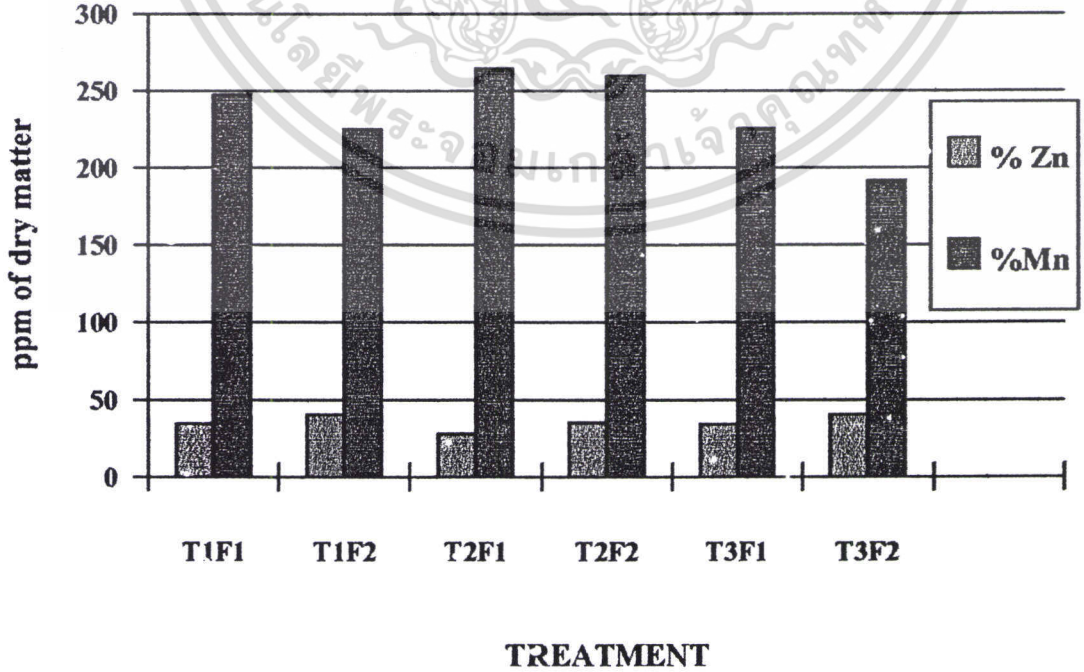
T3F2 = Silicon 100 ppm ฉีดปุ๋ยปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 2 แสดงค่าการวิเคราะห์ธาตุอาหารรอง (Ca,Mg) ในใบพืช

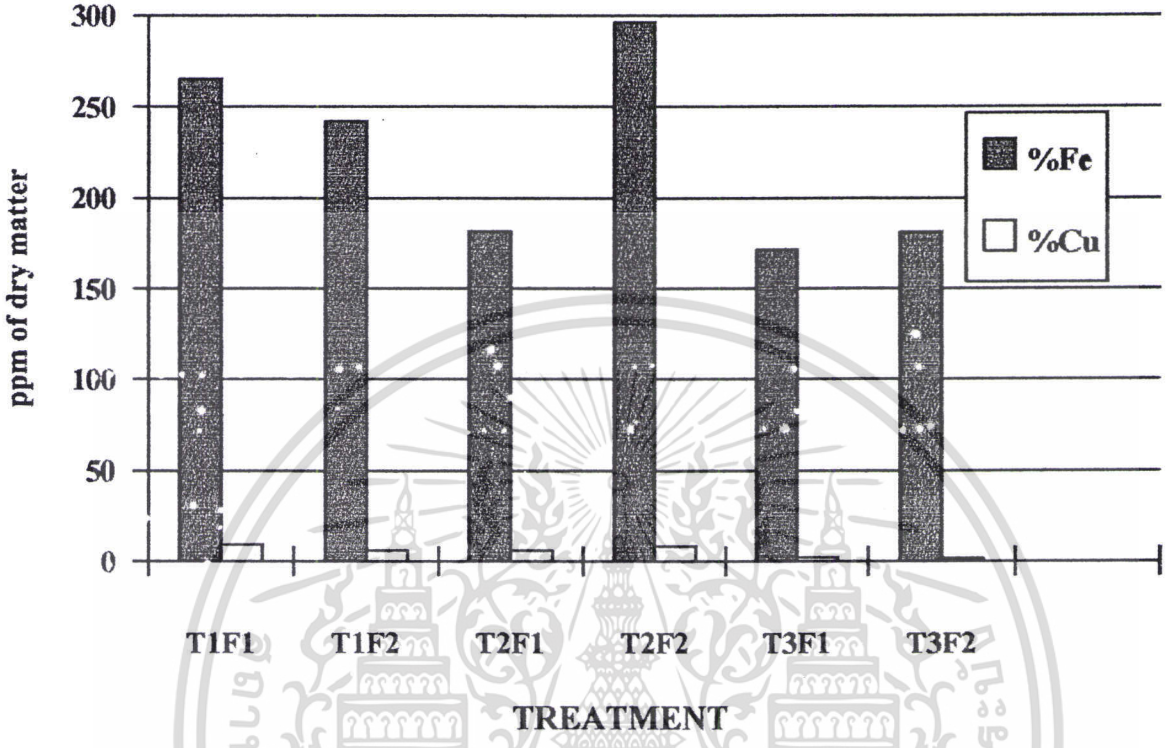


กราฟภาคผนวกที่ 3 แสดงค่าการวิเคราะห์จุลธาตุ (Zn,Mn)ในใบพืช

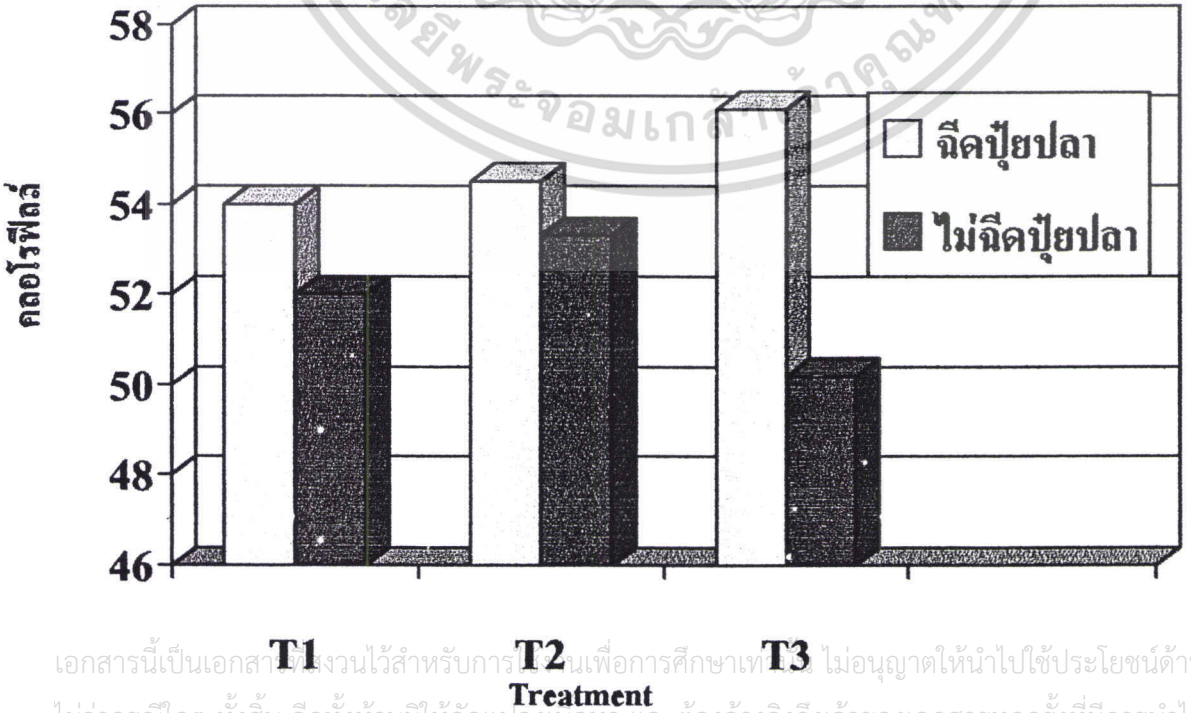


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่4 แสดงค่าการวิเคราะห์จุลธาตุ (Fe,Cu)ในใบพืช

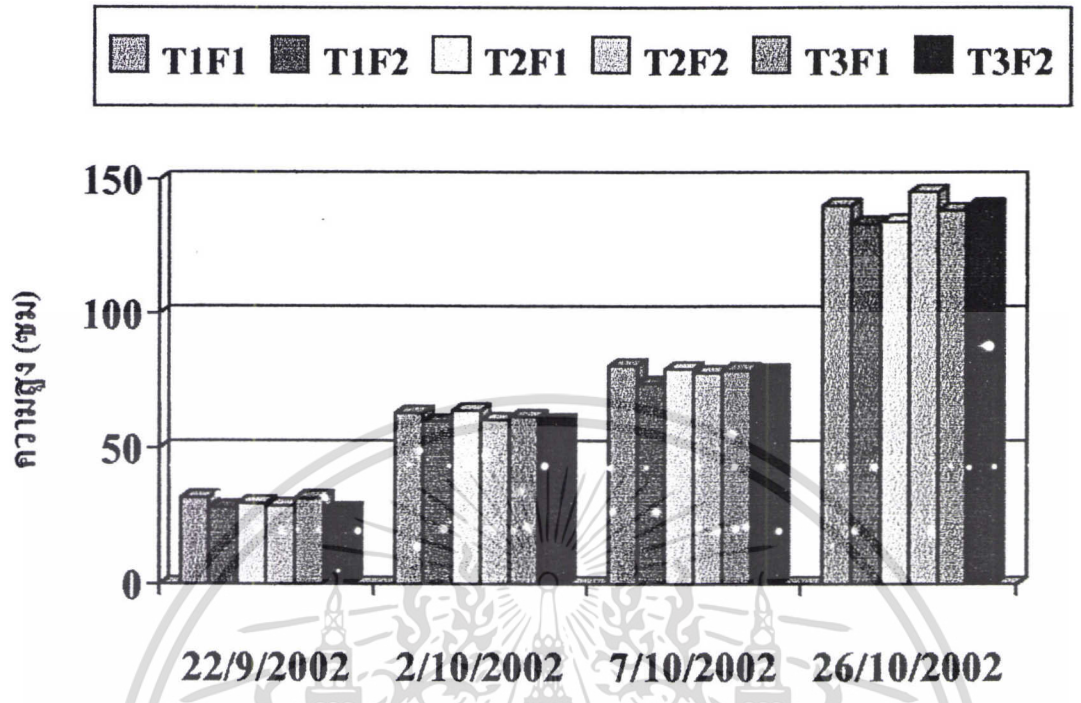


กราฟภาคผนวกที่ 5 แสดงค่าคลอโรฟิลล์ของใบพืช

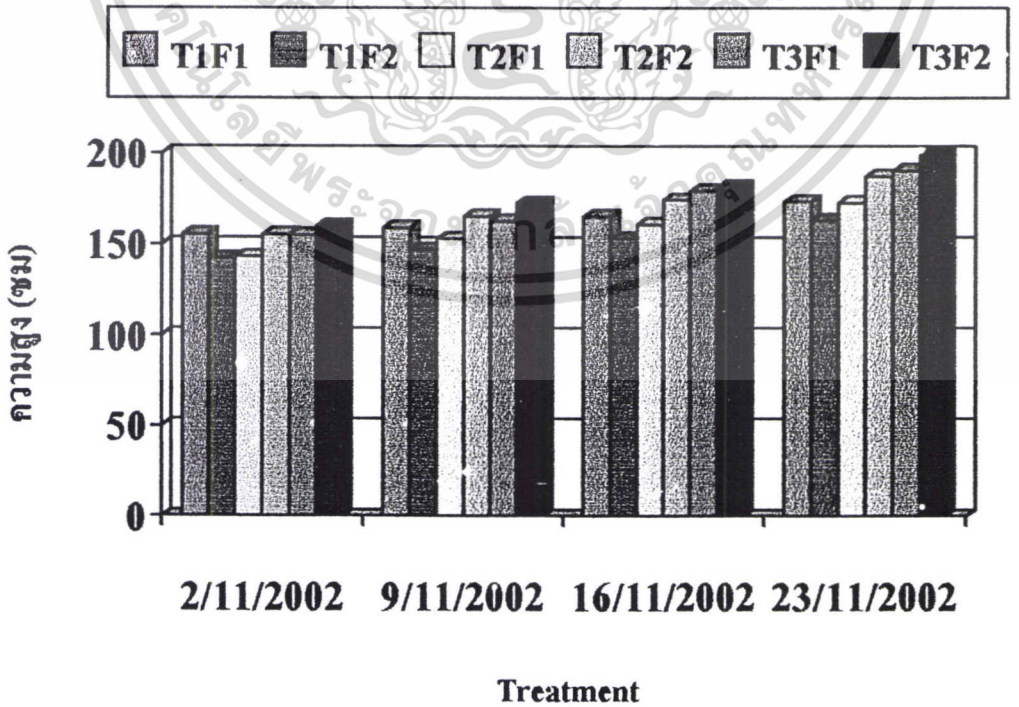


เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 6 แสดงค่าความสูงของต้นมะเขือเทศ

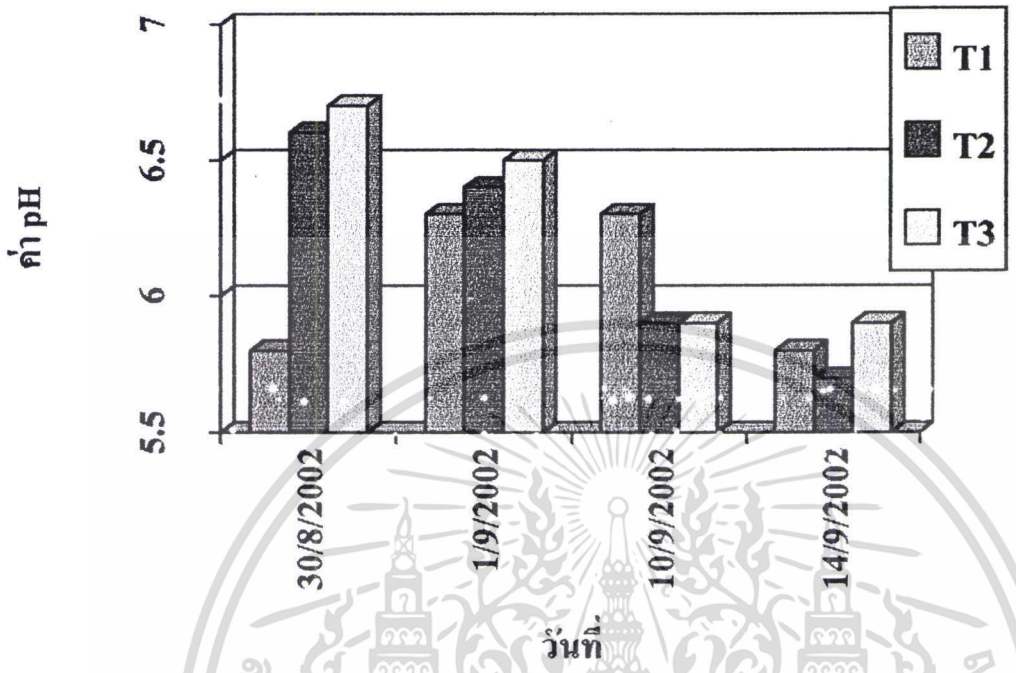


กราฟภาคผนวกที่ 7 แสดงค่าความสูงของต้นมะเขือเทศ

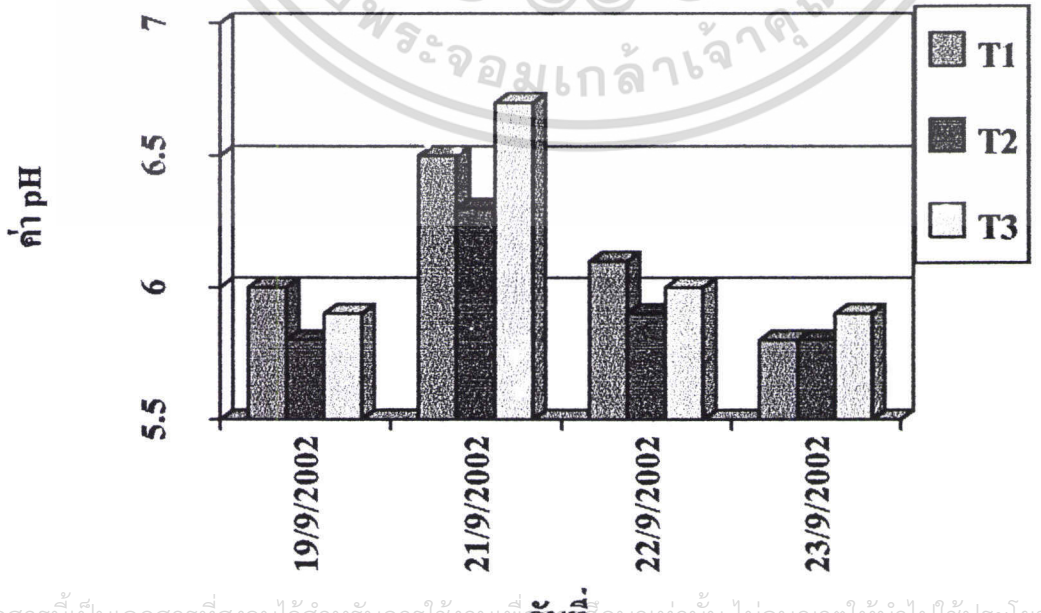


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 8 แสดงค่า pH ในถังสารละลายระหว่างวันที่ 30/8/02-14/9/02

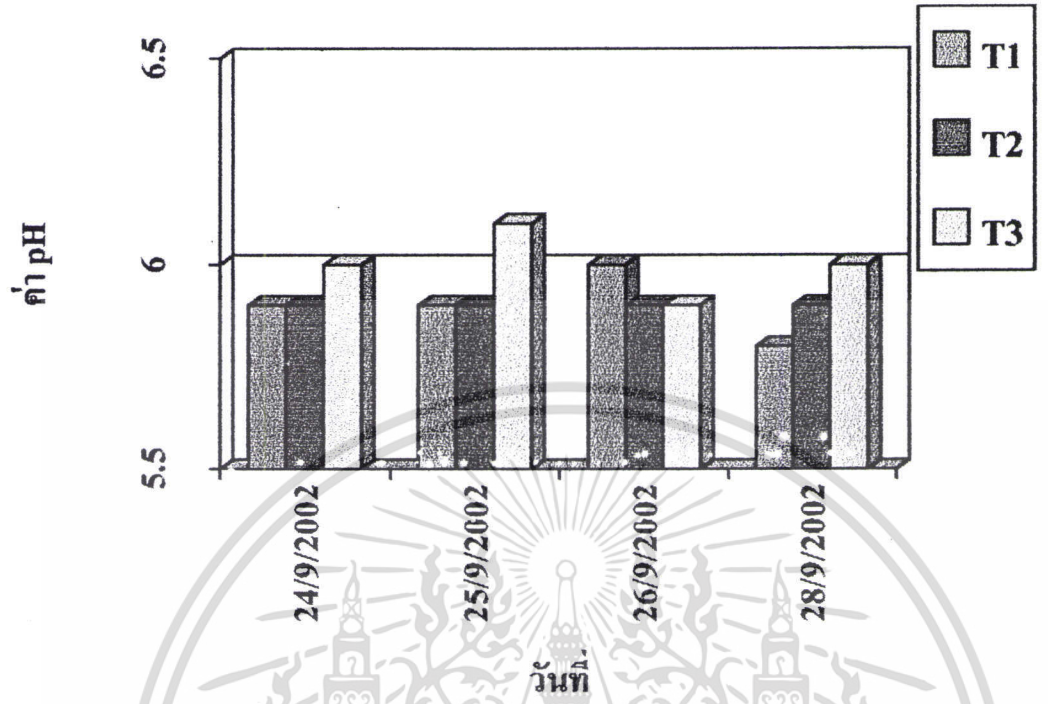


กราฟภาคผนวกที่ 9 แสดงค่า pH ในถังสารละลายระหว่างวันที่ 19/9/02-23/9/02

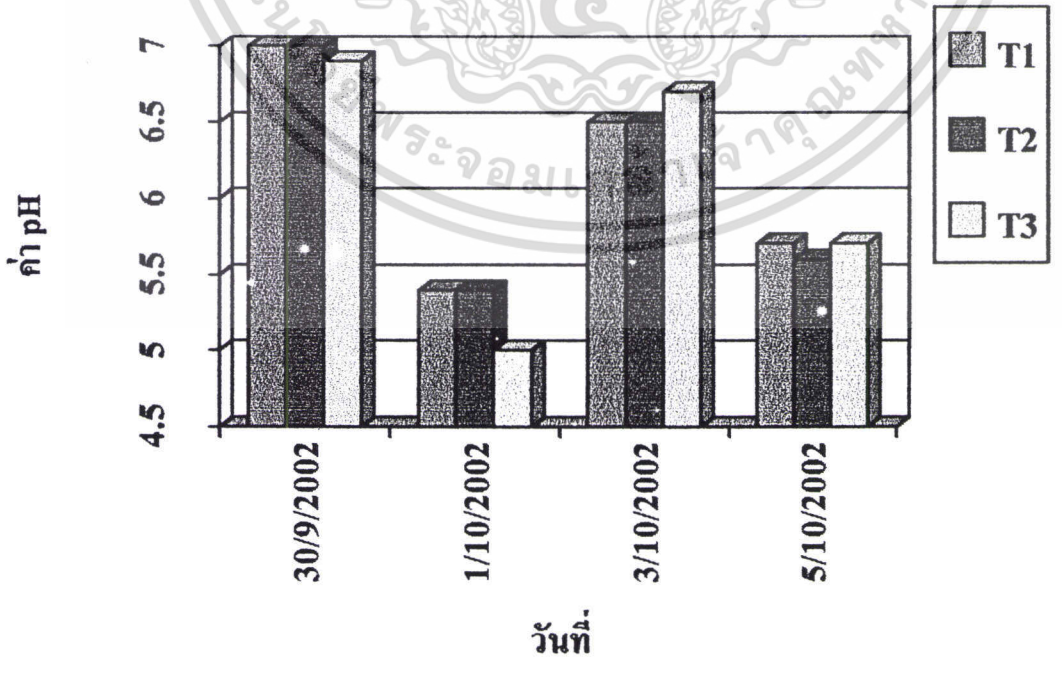


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 10 แสดงค่า pH ในถังสารละลายระหว่างวันที่ 24/9/02-28/9/02

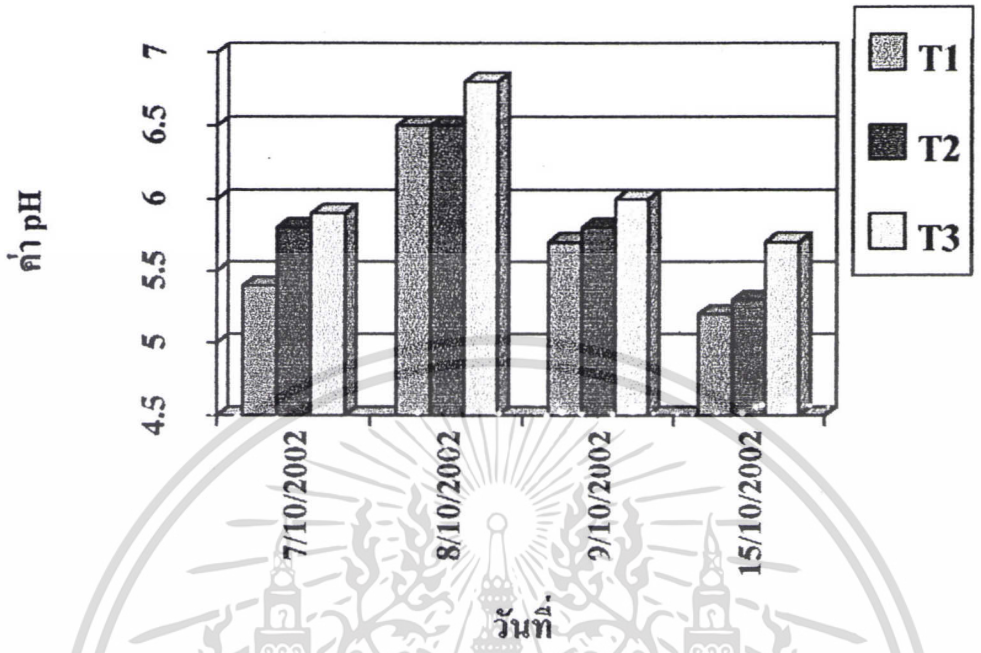


กราฟภาคผนวกที่ 11 แสดงค่า pH ในถังสารละลายระหว่างวันที่ 30/9/02-5/10/02

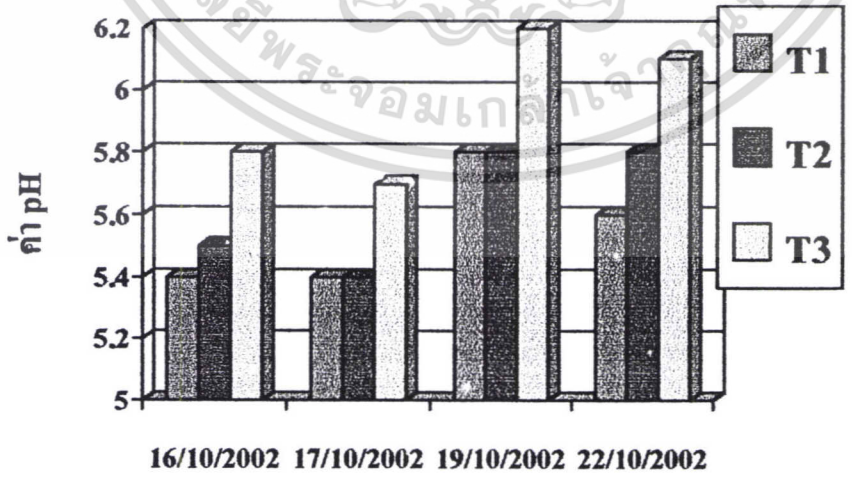


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 12 แสดงค่า pH ในถังสารละลายระหว่างวันที่ 7/10/02-15/10/02

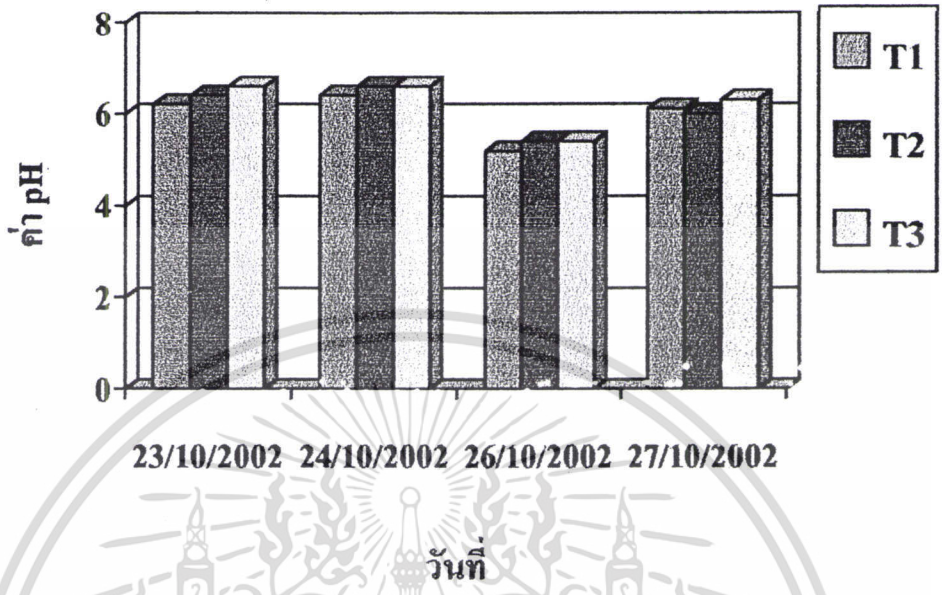


กราฟภาคผนวกที่ 13 แสดงค่า pH ในถังสารละลายระหว่างวันที่ 16/10/02-22/10/02

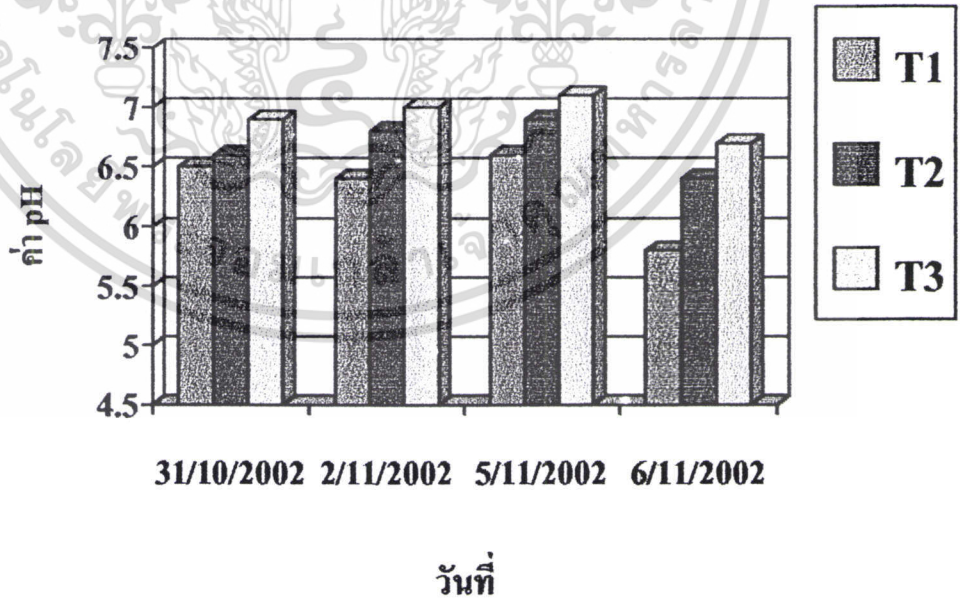


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 14 แสดงค่า pH ในถังสารละลายระหว่างวันที่ 23/10/02-27/10/02

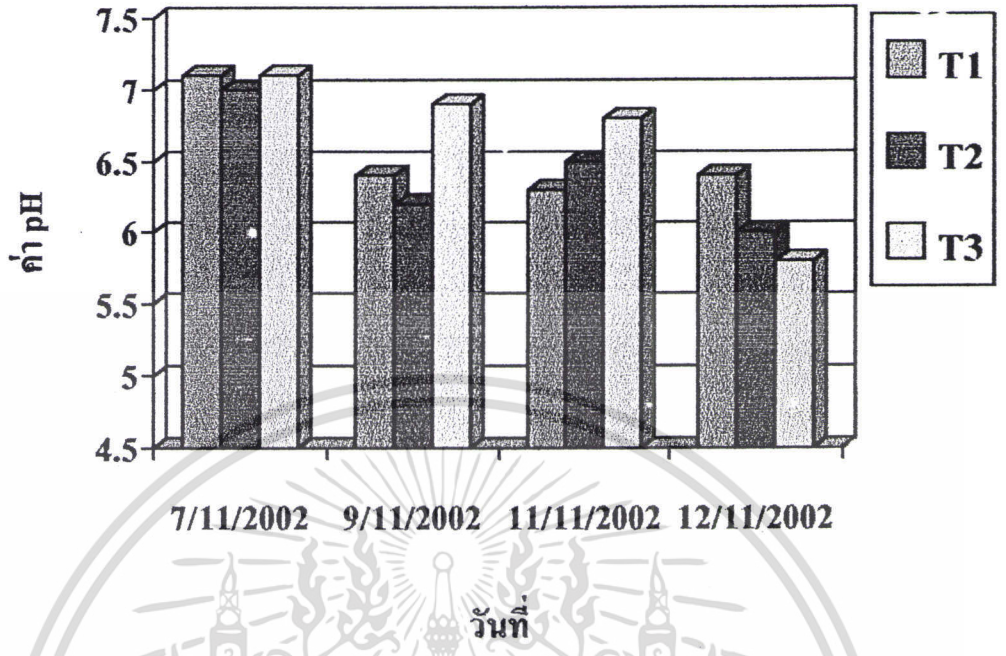


กราฟภาคผนวกที่ 15 แสดงค่า pH ในถังสารละลายระหว่างวันที่ 31/10/02-06/11/02

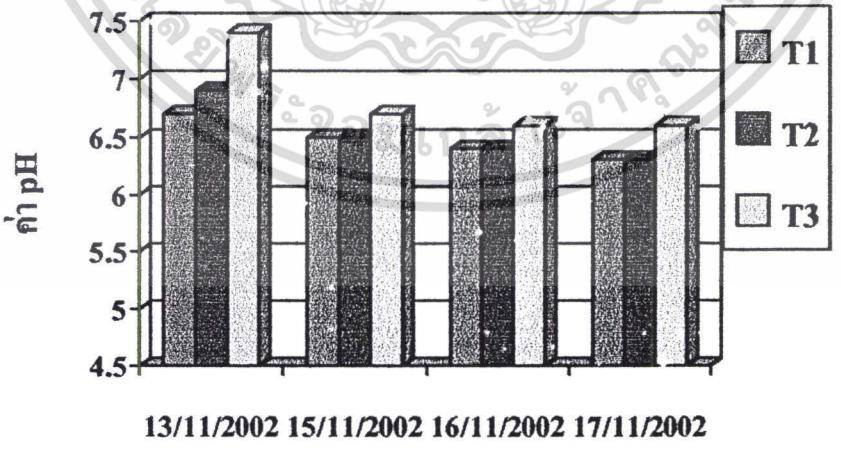


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 16 แสดงค่า pH ในถังสารละลายระหว่างวันที่ 07/11/02-12/11/02

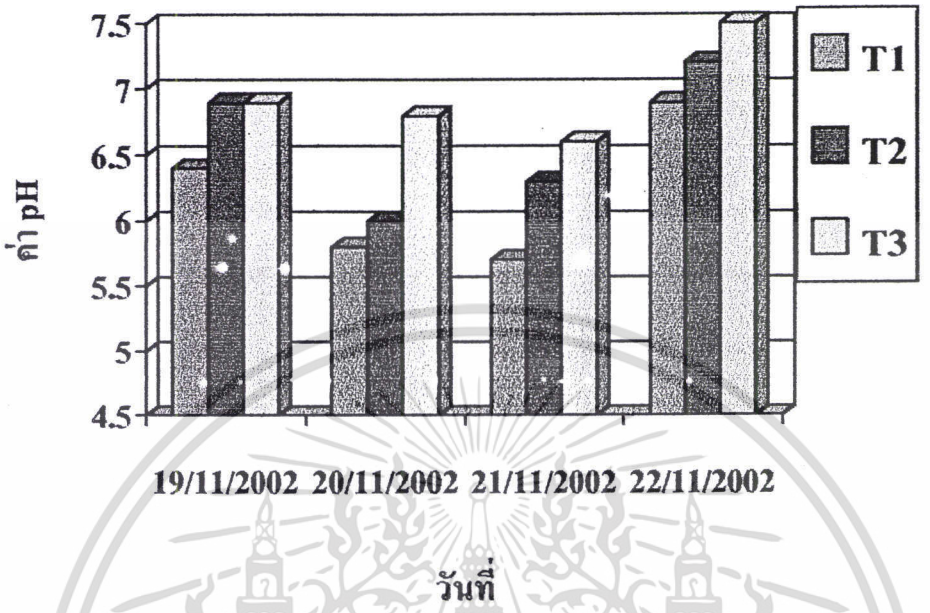


กราฟภาคผนวกที่ 17 แสดงค่า pH ในถังสารละลายระหว่างวันที่ 13/11/02-17/11/02

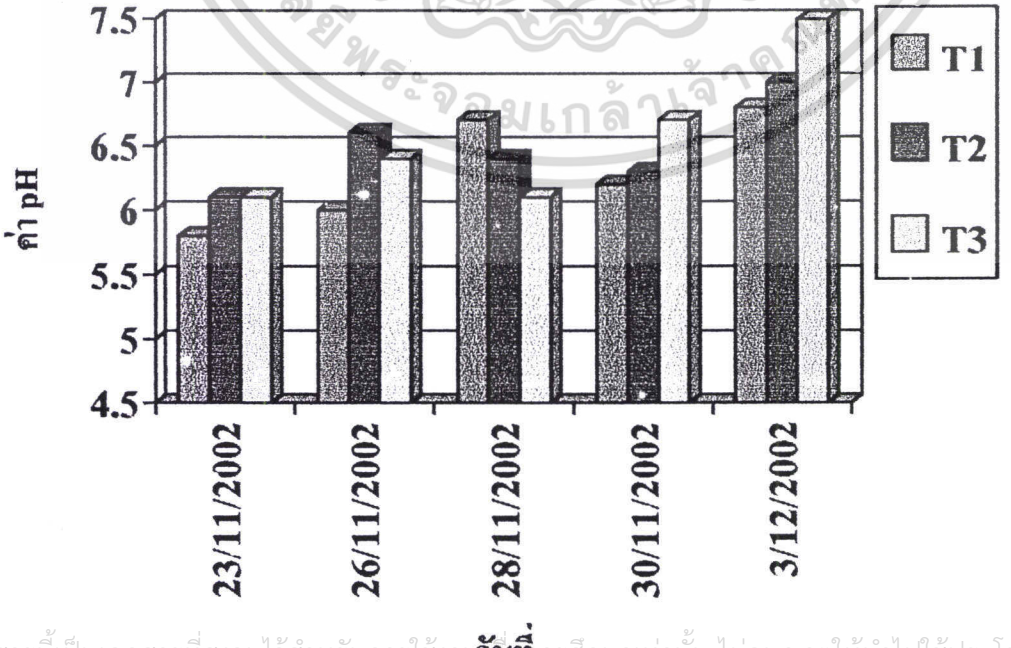


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 18 แสดงค่า pH ในถังสารละลายระหว่างวันที่ 19/11/02-22/11/02



กราฟภาคผนวกที่ 19 แสดงค่า pH ในถังสารละลายระหว่างวันที่ 23/11/02-03/12/02



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้