2 1137

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ปัจจัยธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา

Effect of nutrient solution combination on Curcuma alismatifoia growth

T099805

โดย

นางสาวปิยภรณ์ จันทรากานตานันท์

นางสาวพรวดี ปาจันทร์

ว.พ.
ป 619 ป
2549
ค.1

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....99805
วัน,เดือน,ปี.....

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์ (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

ปัจจัยธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา

Effect of nutrient solution combination on Curcuma alismatifoia growth

โดย
นางสาวปิยภรณ์ จันทรากานตานันท์
นางสาวพรวดี ปาจันทร์

ได้รับพิจารณาเห็นชอบโดย

.....
(รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ)
อาจารย์ที่ปรึกษา
11/4/49

ภาควิชารับรองแล้ว

.....
(รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม)
หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา
12/4/49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ ที่กรุณาเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำ วิชาความรู้และแนวทางแก้ปัญหาต่างๆตลอดระยะเวลาการทำปัญหาพิเศษ อีกทั้งยังช่วยจัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทดลองครั้งนี้ จนกระทั่งปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ด้วยดี ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยาทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ในด้านต่างๆ กรุณาให้แนวความคิดให้คำปรึกษาชี้แนะเป็นอย่างดี จนกระทั่งปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณนุจรี บุญแปลง และ คุณนารี พันธุ์จินดาวรรณ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา ที่ให้คำปรึกษาในการวิเคราะห์ และขอขอบพระคุณ คุณสมจิตร มั่นนาค ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในเรื่องอุปกรณ์ต่างๆ

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัว ที่ได้ให้กำลังทรัพย์ มีความห่วงใยและเป็นกำลังใจให้แก่ข้าพเจ้าตลอดมาที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ และขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ภาควิชาปฐพีทุกคนที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ตลอดมาจนงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ปิยภรณ์ จันทรากานตานันท์
พรวดี ปาจันทร์
เมษายน 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง	ปัจจัยธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา
ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ	Effect of nutrient solution combination on Curcuma alismatifoia growth
โดย	นางสาวปิยภรณ์ จันทรากานตานันท์
	นางสาวพรวดี ปาจันทร์
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
ภาควิชา	ปฐพีวิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ

การศึกษาปัจจัยธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา โดยการศึกษาอาการขาดธาตุอาหาร ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มในสารละลาย ผลของทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟตที่เพิ่มในวัสดุปลูก และค่าความเข้มข้นสารละลายที่ระดับ 0.5,1.5 และ 2.5 ms/cm เพื่อหาค่าความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นปทุมมา การทดลองใช้ทรายเป็นวัสดุปลูกและกำหนดการให้สารละลายธาตุอาหารตามแต่ละตำรับการทดลอง

จากการทดลองพบว่า ต้นปทุมมาที่แสดงอาการขาดธาตุชัดเจนคือ ต้นที่ขาดธาตุไนโตรเจน โดยใบจะมีสีเขียวอ่อน เหลืองแล้วค่อยๆไหม้จากปลายใบเข้าหากลางใบ เริ่มที่ใบล่างก่อน ต้นที่ขาดธาตุโพแทสเซียม ต้นมีขนาดเล็กและแคระแกร็น ใบไหม้เป็นรูปตัววีจากปลายใบเข้าหากลางใบออกดอกช้า ต้นที่ขาดธาตุแคลเซียมจะเกิดรอยไหม้เป็นจุดและขยายเป็นแถบไหม้บนใบ ต้นที่เพิ่มโซเดียมคลอไรด์ในสารละลายแสดงอาการไหม้จากขอบใบและปลายใบเป็นแถบลงมาตามเส้นใบ ส่วนในต้นที่ขาดธาตุฟอสฟอรัส ธาตุแมกนีเซียม และจุลธาตุลักษณะอาการที่แสดงออกไม่ชัดเจนนัก โดยเฉพาะธาตุเหล็กซึ่งจะแสดงอาการอย่างชัดเจนในการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน ส่วนในปทุมมาที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ระดับความเข้มข้น 0.5 ,1.5 และ 2.5 ms/cm การเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วปทุมมาที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ระดับ 1.5 ms/cm จะไม่แสดงอาการที่ผิดปกติ แต่ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 ms/cm พืชจะมีลักษณะอ่อนแอกว่าปทุมมาที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ระดับ 1.5 ms/cm ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 2.5 ms/cm ใบพืชจะแสดงอาการปลายใบไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์การทดลอง	8
วิธีการทดลอง	9
ผลการทดลอง	20
สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	36
เอกสารอ้างอิง	37
ภาคผนวก	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่1	การให้สารละลายธาตุอาหาร	11
ตารางที่ 2	การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร	12
ตารางที่ 3	การประเมินการเจริญเติบโตของต้นปทุมมาด้วยสายตา	24
ตารางที่ 4	ผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของต้นปทุมมา	25
ตารางที่ 5	ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในส่วนที่เป็นใบของต้นปทุมมา	27
ตารางที่ 6	ลักษณะอาการขาดธาตุอาหารพืชที่แสดงออกในต้นปทุมมา	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
ภาพที่ 1	ระบบการปลูกต้นปทุมมา	8
ภาพที่ 2	แผนผังแสดงการวางกระถางปลูกปทุมมา	19
ภาพที่ 3	แสดงอาการขาดธาตุไนโตรเจน	30
ภาพที่ 4	แสดงอาการขาดธาตุโพแทสเซียม	31
ภาพที่ 5	แสดงอาการขาดธาตุแคลเซียม	32
ภาพที่ 6	แสดงอาการขาดธาตุแมกนีเซียม	33
ภาพที่ 7	แสดงอาการขาดธาตุสังกะสี	34
ภาพที่ 8	แสดงอาการที่เกิดจากโซเดียมคลอไรด์	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญกราฟ

กราฟที่		หน้า
กราฟที่ 1	แสดงค่า pH สารละลายธาตุอาหารที่ระบายออกใน -N,-P,-K,-Ca,-Mg	20
กราฟที่ 2	แสดงค่า pH สารละลายธาตุอาหารที่ระบายออกใน -Mn,-Zn,-Cu,-B,-Fe	20
กราฟที่ 3	แสดงค่า pH สารละลายธาตุอาหารที่ระบายออกใน +TPS,+NaCl, EC 0.5 ms/cm, EC 1.5 ms/cm, EC 2.5 ms/cm	20
กราฟที่ 4	แสดงค่า EC สารละลายธาตุอาหารที่ระบายออกใน -N,-P,-K,-Ca,-Mg	21
กราฟที่ 5	แสดงค่า EC สารละลายธาตุอาหารที่ระบายออกใน -Mn,-Zn,-Cu,-B,-Fe	21
กราฟที่ 6	แสดงค่า EC สารละลายธาตุอาหารที่ระบายออกใน +TPS,+NaCl, EC 0.5 ms/cm, EC 1.5 ms/cm, EC 2.5 ms/cm	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงค่าการประเมินการเจริญเติบโตของต้นปทุมมาด้วยสายตา	38
ตารางที่ 2 แสดงผลค่าการเปรียบเทียบทางสถิติด้านการเจริญเติบโตของต้นปทุมมา	39
ตารางที่ 3 แสดงผลค่าการเปรียบเทียบทางสถิติปริมาณธาตุอาหารในใบของต้นปทุมมา	49
ตารางที่ 4 แสดงค่า pH และค่า EC ของสารละลายที่ระบายออกมาในเวลา 16 สัปดาห์	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา

Effect of nutrient solution combination on Curcuma alismatifoia growth

คำนำ

ปทุมมาเป็นไม้ดอกที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในตลาดโลก เนื่องจากมีรูปทรงที่สง่าและสีสันสวยงาม จนได้รับการส่งเสริมให้เป็นไม้ตัดดอกและส่งออกผลผลิตในรูปหัวพันธุ์เพื่อนำไปผลิตเป็นไม้ตัดดอกและไม้กระถาง โดยมีตลาดส่งออกหลักคือ ญี่ปุ่น ยุโรป ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา จีน เกาหลี ไต้หวัน และนิวคาลิโดเนียมีมูลค่าการส่งออกหัวพันธุ์ในปี 2547 รวม 5,121,416 บาท (กรมวิชาการเกษตร)

เนื่องจากปทุมมา (Curcuma alismatifolia) เป็นไม้ดอกพื้นเมืองของไทยในกลุ่มกระเจียว (Curcuma *spp.*) เป็นไม้ดอกที่เจริญเติบโตได้ดีตามธรรมชาติทำให้มีผู้สนใจที่จะทำการวิจัยเรื่องปทุมมาไม่มากเท่าที่ควร ปทุมมาเป็นไม้ดอกที่มีความต้องการธาตุอาหารในปริมาณน้อย ธาตุอาหารบางชนิดก็มีเพียงพอต่อความต้องการของพืชอยู่แล้วในธรรมชาติ ธาตุอาหารบางชนิดพืชก็ต้องการมากและมีไม่เพียงต่อการเจริญเติบโต ปทุมมาประกอบด้วยหัว “(ลำต้น) ใต้ดิน” หลังการออกดอกแล้วต้นจะมีการพักตัวรากจะสะสมอาหารโดยปลายรากบวมพองออกเป็นตุ้ม เชื่อกันว่าอาหารที่สะสมอยู่ในรากนี้มีผลโดยตรงต่อการงอกและการเจริญเติบโตระยะแรกของปทุมมามากกว่าอาหารที่มีอยู่ในดิน อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาที่จะยืนยันได้ว่าธาตุอาหารที่สะสมอยู่ในรากนี้สามารถเป็นแหล่งอาหารให้แก่ปทุมมาใช้สำหรับการเจริญเติบโตได้นานเพียงใด ความต้องการธาตุอาหารของปทุมมาเป็นอย่างไร ดังนั้น จึงได้ทำการศึกษาการขาดธาตุอาหาร ความเข้มข้นของสารละลายที่ระดับต่าง ๆ ความเป็นพิษของโซเดียมคลอไรด์และผลของทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟตที่มีต่อการชักนำให้เกิดการขาดจุลธาตุที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาอาการขาดธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ ในปทุมมา
2. ศึกษาระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เหมาะสมในปทุมมา
3. ศึกษาความเป็นพิษของโซเดียมคลอไรด์ในสารละลายธาตุอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Hydroponics of Soilless Culture)

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีประวัติความเป็นมาเริ่มจากการศึกษาเกี่ยวกับธาตุอาหารพืชซึ่งงานทดลองครั้งแรกเป็นงานทดลองของ Van Helmont ในปี 1620 โดยการปลูกพืชในน้ำยาเป็นเวลา 5 ปี และได้สรุปว่าน้ำเป็นผู้ให้ทุกๆ ส่วนของพืช ในปี 1699 Woodward ทำการปลูกพืชในวัสดุปลูกที่ไม่ใช้ดิน ในศตวรรษที่ 19 มีงานทดลองของชาวฝรั่งเศสชื่อ Bousigult โดยทำการปลูกพืชในทรายและให้สารละลายธาตุอาหารพืช ซึ่งต่อมานักวิทยาศาสตร์อีกหลายท่านได้พัฒนาสูตรสารละลายธาตุอาหารพืชขึ้น เช่น Knop et Sach (1861-1865) Hoagland and Amon (1938) เป็นต้น ในสหรัฐอเมริกา เริ่มมีผู้สนใจปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารเพื่อผลิตเป็นการค้าในปี ค.ศ. 1925 มีการพัฒนาระบบการปลูกพืชในน้ำยาและในทรายที่สถานีทดลองเกษตร มลรัฐแคลิฟอร์เนีย (อิทธิสุนทร,2538 ; Jensen,1997 และ Resh,1981)

ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช

สิ่งมีชีวิตทั้งหลายต้องการอาหารเพื่อการดำรงชีพ สำหรับสัตว์อาหารที่ได้มาจะอยู่ในรูปอินทรีย์สาร ดังนั้น อาหารของสัตว์ คือ พืชและสัตว์เท่านั้น ในขณะที่พืชสามารถดำรงชีวิตได้อย่างอิสระ เพราะพืชสังเคราะห์แสงและสร้างอาหารได้เองจากอินทรีย์สารและสิ่งแวดล้อมรอบต้นพืช เช่น แสงสว่าง น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซออกซิเจน และแร่ธาตุต่างๆ เป็นวัตถุดิบในการปรุงอาหาร

ธาตุไนโตรเจน (Nitrogen)

ธาตุไนโตรเจน (N) พืชสามารถดูดกินได้ในรูปแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) และไนเตรทไอออน (NO_3^-) ซึ่งไนโตรเจนส่วนใหญ่ในสารละลายจะอยู่ในรูปไนเตรทไอออนเพราะถ้ามีแอมโมเนียมไอออนมากจะเป็นอันตรายต่อพืชได้ สารเคมีที่ให้ไนเตรทไอออน คือ แคลเซียมไอออน และโพแทสเซียมไนเตรท พืชต้องการไนโตรเจนเป็นจำนวนมากในระยะที่กำลังเจริญเติบโต ถ้าพืชได้รับธาตุไนโตรเจนไม่เพียงพอจะแสดงอาการ คือ พืชสูญเสียสีเขียว ใบส่วนล่างพืชจะมีสีเหลืองหรือสีเหลืองปนส้มผิดปรกติ ปลายใบและขอบใบจะค่อยๆ แห้งและลุกลามเข้ามาเรื่อยๆ ใบร่วงหล่นก่อนกำหนด ลำต้นผอมสูง กิ่งก้านลีบเล็ก และมีน้อย พืชไม่เจริญเติบโตหรือโตช้า ให้ผลผลิตต่ำ คุณภาพไม่ดี

ธาตุฟอสฟอรัส (Phosphorus)

การปลูกพืชไร้ดิน พืชต้องการธาตุฟอสฟอรัสไม่มากเท่ากับไนโตรเจนและโพแทสเซียม ประกอบกับไม่มีปัญหาในเรื่องความไม่เป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสเหมือนในดิน พืชจึงได้รับฟอสฟอรัสอย่างเพียงพอ รูปของฟอสฟอรัสที่พืชดูดกินได้ คือ mono-hydrogen phosphate ion (HPO_4^{-2}) ส่วนจะอยู่ในรูปใดมากกว่าขึ้นอยู่กับความเป็นกรดด่างของสารละลาย ถ้าพืชได้รับธาตุฟอสฟอรัสไม่เพียงพอจะแสดงอาการดังนี้ พืชแก่ช้ากว่าปกติ ต้นแคระแกร็น ดอกและผลที่ออกมามาสมบูรณ์ แคระแกรน รากพืชเจริญเติบโตช้า พืชบางชนิดจะมีดอกและผลที่เล็กผิดขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธาตุโพแทสเซียม (Potassium)

รูปของโพแทสเซียมที่พืชดูดกินได้ คือ potassium ion (K^+) โพแทสเซียมที่มีมากเกินพอจะไปรบกวนการดูดกินแคลเซียมและแมกนีเซียม สารเคมีที่ให้โพแทสเซียม คือ potassium nitrate และ potassium phosphate ถ้าพืชได้รับธาตุ โพแทสเซียมไม่เพียงพอจะแสดงอาการ ดังนี้ ขอบใบเหลืองแล้วกลายเป็นสีน้ำตาล เริ่มจากปลายใบเข้าสู่กลางใบ ส่วนที่เป็นสีน้ำตาลจะเหี่ยวแห้งไป ผลผลิตของพืชมีคุณภาพต่ำ

ธาตุแคลเซียม (Calcium)

รูปของแคลเซียมที่พืชดูดกินได้ คือ calcium ion (Ca^{2+}) แหล่งของ calcium ion ที่ดีที่สุด คือ calcium nitrate เนื่องจากละลายง่าย ราคาไม่แพงและยังให้ธาตุไนโตรเจนด้วย แคลเซียมที่มีมากในสารละลายธาตุอาหารพืชจะไปรบกวนการดูดกินโพแทสเซียมและแมกนีเซียม ถ้าพืชได้รับธาตุแคลเซียมไม่เพียงพอจะแสดงอาการ ดังนี้ พืชมีลำต้นแคระแกร็น ใบอ่อนมีสีเหลืองซีด ใบอาจจะบิดเบี้ยว ปลายใบจะงอกลับเข้าหาลำต้น ขอบใบม้วนลงล่าง ขอบใบขาดเป็นริ้ว แห้งขาวหรือสีน้ำตาล หรือเป็นจุดสีน้ำตาลตามขอบใบ ราก ไม่เจริญ รากสั้น ขาดเส้นใย

ธาตุแมกนีเซียม (Magnesium)

รูปของแมกนีเซียมที่พืชดูดกินได้ คือ magnesium ion (Mg^{2+}) สารเคมีที่ให้แมกนีเซียม คือ magnesium sulphate ($MgSO_4$) แมกนีเซียมที่มีมากในสารละลายธาตุอาหารพืชจะไปรบกวนการดูดกินโพแทสเซียมและแคลเซียม ถ้าพืชได้รับธาตุแมกนีเซียมไม่เพียงพอจะแสดงอาการ ดังนี้ ใบพืชมีสีเหลือง เกิดกับใบแก่ก่อน ขอบใบและบริเวณระหว่างเส้นใบมีสีเหลืองเห็นได้ชัด อาจมีสีแดงเกิดตามแถบสีเหลืองบนใบด้วย

ธาตุกำมะถัน (Sulfur)

รูปของกำมะถันที่พืชสามารถดูดกินได้ คือ sulphate ion (SO_4^{2-}) พบว่าไม่ค่อยมีปัญหาการขาดกำมะถันในระบบการปลูกพืชไร้ดิน เพราะพืชต้องการกำมะถันในปริมาณน้อย และจะได้รับจากสารเคมีพวกเกลือซัลเฟตของ K, Mg, Fe, Cu, Mn และ Zn เป็นต้น ถ้าพืชได้รับธาตุกำมะถันไม่เพียงพอจะแสดงอาการ ดังนี้ ใบขนาดเล็ก มีสีเหลืองบริเวณระหว่างเส้นกลางใบ ในขณะที่เส้นกลางใบยังเขียวอยู่ ยอดชะงักการเจริญเติบโต ลำต้นลีบเล็ก

ธาตุเหล็ก (Iron)

พืชดูดกินในรูป Fe^{2+} และ Fe^{3+} สารเคมีที่ให้ธาตุเหล็ก คือ เหล็กในรูปคีเลต (Fe-chelate) ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ สามารถคงตัวอยู่ในรูปสารละลายธาตุอาหารพืชและพืชดูดกินได้ ถ้าพืชได้รับธาตุเหล็กไม่เพียงพอจะแสดงอาการ ดังนี้ ลำต้นแคระแกร็นผิดปกติ ใบมีสีเหลืองซีด โดยที่เส้นใบยังคงเขียวอยู่ในขณะที่พื้นที่ระหว่างเส้นใบมีสีเหลือง ใบพืชหนา เล็กและหยาบกระด้าง พืชที่ขาดธาตุเหล็ก อัตราส่วนของฟอสฟอรัส : เหล็กในเนื้อเยื่อของพืชสูงกว่าในพืชปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธาตุแมงกานีส (Manganese)

รูปที่พืชสามารถดูดกินได้ คือ manganese ion (Mn^{2+}) ความเป็นประโยชน์ถูกควบคุมโดยความเป็นกรดด่าง ถ้าพืชได้รับธาตุแมงกานีสไม่เพียงพอจะแสดงอาการ ดังนี้ พื้นใบยอดอ่อนเป็นสีเขียวจาง ขณะที่เส้นใบยังเขียวอยู่ การเจริญของปลายยอดอ่อนลดลง กลายเป็นสีขาวเหลืองซีด การเกิดดอกลดลง อาการในพืชใบเลี้ยงคู่ จะพบลักษณะเป็นจุดสีเหลืองเล็กๆ บนใบ

ธาตุทองแดง (Copper)

รูปที่พืชสามารถดูดกินได้ คือ copper ion (Cu^{2+}) สารเคมีที่ให้ทองแดง คือ copper sulphate ($CuSo_4$) หรือ copper chloride ($CuCl_2$) ถ้าพืชได้รับธาตุทองแดงไม่เพียงพอจะแสดงอาการ ดังนี้ ยอดอ่อนของพืชค่อยๆ แห้งตาย การเจริญเติบโตหยุดชะงัก

ธาตุสังกะสี (Zinc)

รูปที่พืชสามารถดูดกินได้ คือ zinc ion (Zn^{+2}) ซึ่งได้จาก zinc sulphate ($ZnSo_4$) หรือ zinc chloride ($ZnCl_2$) ถ้าพืชได้รับธาตุสังกะสีไม่เพียงพอจะแสดงอาการ ดังนี้ เกิดใบฝอย (little leaf or rosette) ตรงปลายยอดของกิ่ง ในใบแก่ เกิดสีเหลืองประหรือแถบเหลือง เหลืองซีดระหว่างเส้นใบ ส้มเป็นพืชที่ไวต่อการขาดสังกะสี

ธาตุโบรอน (Boron)

การแสดงการขาดธาตุโบรอนของพืชพบเห็นได้ยาก เนื่องจากพืชต้องการในปริมาณน้อย ซึ่งในน้ำธรรมชาติก็มีโบรอนอยู่ด้วย สารเคมีที่ให้โบรอน คือ borate ion (Bo_3^{3-}) ซึ่งพืชสามารถดูดกินได้ คือ boric acid (H_3BO_3) ถ้าพืชได้รับธาตุโบรอนไม่เพียงพอจะแสดงอาการ ดังนี้ ยอดหรือส่วนอ่อนที่สุด ชะงักการเจริญเติบโต มีสีแดงหรือสีเหลือง แคระแกร็น เกิดเป็นจุดสีดำ หรือเป็นดวงสีน้ำตาล คล้ายๆอาการของโรคแครงเกอร์อยู่ภายนอกส่วนต่างๆของพืชโดยเฉพาะพืชหัวและไม้ผล (ยงยุทธ,2543)

ปทุมมา

ปทุมมา (Curcuma alismatifolia) จัดอยู่ในสกุลขมิ้น วงศ์ขิง (Zingiberaceae) เป็นไม้หัวล้มลุก มีอายุหลายปี ปทุมมาจัดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีลำต้นใต้ดินทำหน้าที่สะสมอาหาร เรียก เหง้า ส่วนลำต้นเหนือดินหรือลำต้นเทียมนั้นเกิดจากกาบใบที่ห่อตัวกันแน่น ช่วงเวลาการเจริญเติบโต และให้ดอกจะเป็นช่วงฤดูฝนตั้งแต่กรกฎาคม เป็นต้นไป มีการพักตัวในช่วงอากาศแล้งและช่วงวันสั้น (ตั้งแต่ปลายเดือนกันยายน) และจะเริ่มเจริญเติบโตได้ใหม่อีกครั้งประมาณเดือนเมษายน (นิทยา,2548)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ (วิภาดา และพิพัฒน์,2537)

ใบ เป็นใบเดี่ยว มีแผ่นใบยาวสีเขียวเส้นกลางใบมีสีน้ำตาลเรื่อๆ ขอบใบเรียบ ขนาดใบกว้าง 4 - 5 เซนติเมตร ยาว 30 - 35 เซนติเมตร ใบเกิดจากส่วนของลำต้นใต้ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้น ส่วนของลำต้นที่เห็นเหนือดินคือลำต้นเทียมที่มีลักษณะเป็นกาบ ทำหน้าที่เป็นก้านใบและห่อหุ้มส่วนของก้านดอกด้วย ความสูงของต้นวัดจากโคนต้นถึงปลายใบบนสุด ประมาณ 50 – 70 เซนติเมตร เมื่อต้นเริ่มแก่ส่วนของโคนลำต้นใต้ดินจะโป่งออกด้านข้างและเปลี่ยนไปเป็นหัวในที่สุด

หัว ลำต้นใต้ดินที่มีการแตกแขนงเช่นเดียวกับขิงหรือข่า แต่จะมีลักษณะป้อม และโป่งออกด้านข้างมากกว่าที่จะเรียวยาว สามารถเห็นข้อและปล้องที่หดสั้นได้อย่างชัดเจน มีตาที่เรียงตัวอยู่ในแนวเดียวกัน 3 – 5 ตาต่อหัว

ดอก มีลักษณะเป็นช่อแทงออกมาจากส่วนกลางลำต้นที่หุ้มไว้ด้วยกาบใบ เนื่องจากปทุมมามีก้านช่อดอกยาวจึงทำให้ช่อดอกสูงโดดเด่นอยู่เหนือลำต้น ซึ่งเป็นลักษณะที่เหมาะสมสำหรับเป็นไม้กระถางและไม้ตัดดอก ความยาวช่อดอกวัดจากโคนถึงปลายช่อประมาณ 60 – 75 เซนติเมตร

ช่อดอกประกอบด้วยกลีบประดับเรียงซ้อนกันเป็นระเบียบ โดยกลีบประดับส่วนล่างและส่วนบนจะมีสีและลักษณะแตกต่างกัน กล่าวคือกลีบประดับส่วนล่างจะมี 8 – 10 กลีบ สั้นและมีสีเขียว ส่วนโคนของกลีบประดับนี้จะเชื่อมต่อกัน แต่ตรงปลายมีลักษณะบานแผ่ออกเป็นช่องทำให้น้ำขังได้ดี กลีบประดับส่วนบนมีขนาดใหญ่สีม่วงอมชมพูเรียงซ้อนกันคล้ายดอกบัวดูสวยสะดุดตาคล้ายกลีบดอก โดยทั่วไปกลีบประดับส่วนบนมี 12 – 15 กลีบ ซึ่งความงามของปทุมมาอยู่ที่รูปทรงและสีสันของกลีบประดับส่วนบน สำหรับดอกที่แท้จริงจะเกิดอยู่ที่ซอกของกลีบประดับส่วนล่าง และในบางส่วนของกลีบประดับส่วนบนแต่มักจะเป็นหมัน ดอกจริงมีประมาณ 3 – 4 ดอกต่อกลีบประดับ แต่จะทยอยบานทีละดอก และบานเพียงหนึ่งวันเท่านั้น ดอกจริงยาวประมาณ 4 เซนติเมตร ประกอบด้วย 6 กลีบดอก แบ่งเป็นชั้นนอก 3 กลีบ และชั้นใน 3 กลีบ กลีบดอกมีสีขาว ยกเว้นกลีบล่างที่มีลักษณะเหมือนปาก มีสีม่วงเข้มเรื่อและเหลืองตรงกลาง ดอกของปทุมมาเป็นดอกสมบูรณ์เพศ เกสรตัวผู้ประกอบด้วยก้านเกสรตัวผู้ซึ่งแผ่เป็นแผ่นเชื่อมติดกับกลีบดอกปลายก้านชูมีอับละอองเกสร 2 พู ซึ่งมีฐานอับละอองเกสรเชื่อมติดกันเป็นหลอดล้อมก้านชูเกสรตัวเมีย ละอองเกสรตัวผู้มีลักษณะกลมและเหนียวจับกันเป็นก้อน ยอดเกสรตัวเมียเป็นแบบปลายบิดคล้ายปากแตรชูอยู่เหนืออับละอองเกสร รังไข่มีขนาดประมาณ 0.5 เซนติเมตร ภายในแบ่งเป็น 3 ช่อง มีไข่อ่อน ลักษณะคล้ายเมล็ดถั่ว 40 – 50 อัน เกาะติดแกนกลางของรังไข่

ราก ลักษณะอวบ ยาว แบ่งเป็น 2 ประเภท คือรากค้ำจุนและหาอาหารกับรากสะสมอาหาร โดยรากสะสมอาหารมีปลายรากเป็นตุ้มสีขาว ซึ่งเก็บสะสมอาหารไว้ใช้ในช่วงพักตัว ช่วงงอกในฤดูต่อไป ดังนั้นเวลาเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์ควรมีรากสะสมอาหารติดมาด้วย

เมล็ด นอกจากการขยายพันธุ์ด้วยหัว หรือการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแล้ว ยังพบว่าปทุมมายังสามารถติดเมล็ดได้ถ้ามีการช่วยผสมเกสร เมล็ดมีรูปร่างยาวรี มีเปลือกแข็งหุ้มเมล็ดสีน้ำตาล ปกติแล้วเมล็ดจะเริ่มแก่เมื่อช่อดอกเริ่มแห้ง แต่เมล็ดมักจะมีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำ

การปลูก

ปทุมมาชอบเจริญในที่มีแสงแดดจัดประมาณ 70 – 100% ที่แสงแดด 70% ปทุมมาจะมีก้านแข็งและสีสวย ดินที่เหมาะสมเป็นดินทรายที่มีอินทรียวัตถุสูง มีการระบายน้ำดีจะทำให้การเจริญเติบโตของหัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์สมบูรณ์ ในแปลงปลูกการใช้วัสดุคลุมหน้าดินเพื่อป้องกันการชะล้างของหน้าดิน ปทุมมาสามารถปลูกได้ในทุกภาคของประเทศไทย แต่พื้นที่ที่ปลูกกันมากในปัจจุบันอยู่ที่จังหวัดเชียงใหม่ ต้นปทุมมาจะเริ่มโทรมในเดือนตุลาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน และสามารถส่งออกได้ในเดือนมกราคม ซึ่งตรงกับความต้องการของลูกค้าพอดี

โรคและแมลง (วิภาดา และคณะ,2545)

โรคและแมลงที่เป็นศัตรูสำคัญของการปลูกปทุมมามีดังต่อไปนี้

1.โรคเหี่ยว หรือโรคหัวเน่า เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ลักษณะอาการของต้น ใบแก่ที่อยู่ด้านล่าง จะห่อม้วนเป็นหลอดคล้ายอาการขาดน้ำ โคนต้นและหน่อที่แตกออกใหม่มีลักษณะช้ำฉ่ำน้ำ หรืออาการเนื้อแก้วต้นเน่าหักพับเมื่อดึงหลุดออกจากหัวง่าย อาการหัวและรากเน่า ฉ่ำน้ำ สีน้ำตาลเข้ม บีบหัวจะเห็นเป็นของเหลวสีน้ำนมตรงรอยแผล

2.โรคจุดอาคริโมเนียม เกิดจากเชื้อรา ลักษณะอาการมีแผลจุดสีน้ำตาลขนาดเล็กประมาณ 1 มิลลิเมตร ยุบตัวเล็กน้อย กระจายทั่วไปบนส่วนของก้านใบ และใบ สปอร์ของเชื้อราอยู่บนเศษซากพืชและดิน สามารถแพร่กระจายไปกับลมและน้ำ

4.โรคจุดสนิม เกิดจากเชื้อรา ลักษณะอาการเกิดจุดแผลสีน้ำตาลคล้ายสีสนิมยุบตัวเล็กน้อย ล้อมรอบด้วยบริเวณเหลืองใสกระจายอยู่ทั่วใบประดับ ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสมแผลเหล่านี้จะเชื่อมต่อถึงกันทำให้ใบประดับแข็งและช่อดอกปทุมมาแห้งตายในเวลาต่อมา

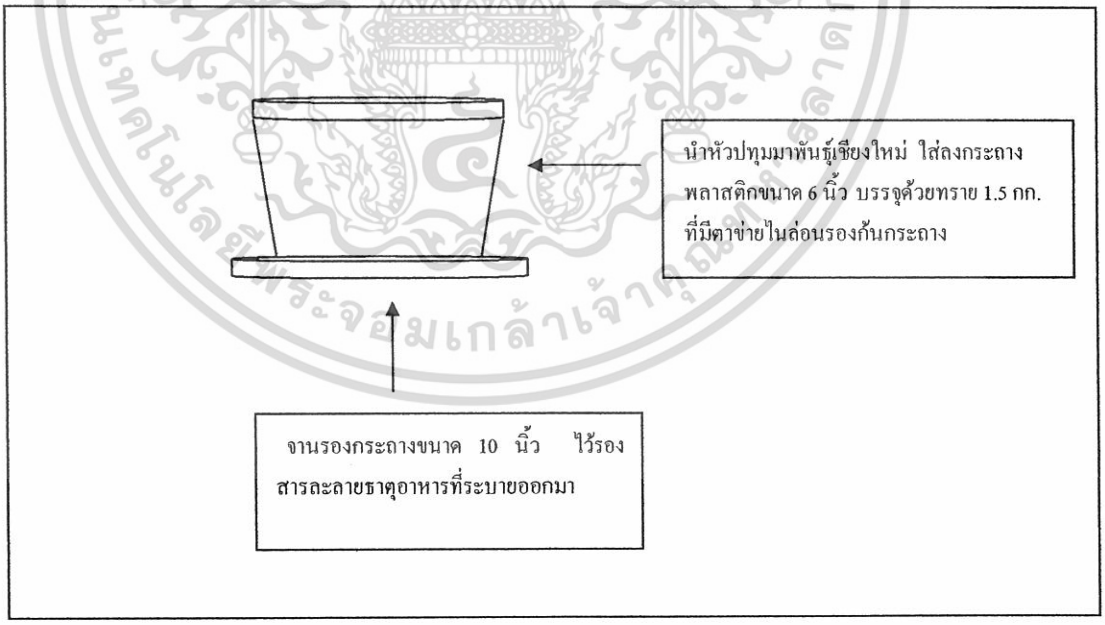
5.เพลี้ยแป้ง จะดูดน้ำเลี้ยงหัวพันธุ์ใหม่ ทำให้หัวพันธุ์ใหม่ที่ได้ไม่สมบูรณ์ สำหรับเพลี้ยแป้งที่ติดไปกับหัวพันธุ์ เมื่อเก็บรักษาในโรงเก็บจะเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วทำให้หัวพันธุ์เสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์การทดลอง

1. หัวปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่ (Changmai Pink)
2. กระถางพลาสติกขนาด 6 นิ้ว
3. จานรองขนาด 10 นิ้ว
4. ทราย
5. ถังพลาสติกขนาด 20 ลิตร
6. โฟมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว
7. pH meter
8. EC meter
9. เวอร์เนีย
10. ตลับเมตร
11. มุ้งกันลม
12. คัตเตอร์
13. ตาข่ายรองก้นกระถาง

ภาพที่ 1 ระบบการปลูกต้นปทุมมา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) ประกอบด้วย 15 ตำรับการทดลอง ตำรับการทดลองละ 4 ซ้ำ

ตำรับการทดลองที่ 1 กำหนดให้สารละลายขาดธาตุไนโตรเจน (T_1: -N)
ตำรับการทดลองที่ 2 กำหนดให้สารละลายขาดธาตุฟอสฟอรัส (T_2: -P)
ตำรับการทดลองที่ 3 กำหนดให้สารละลายขาดธาตุโพแทสเซียม (T_3: -K)
ตำรับการทดลองที่ 4 กำหนดให้สารละลายขาดธาตุแคลเซียม (T_4: -Ca)
ตำรับการทดลองที่ 5 กำหนดให้สารละลายขาดธาตุแมกนีเซียม (T_5: -Mg)
ตำรับการทดลองที่ 6 กำหนดให้สารละลายขาดธาตุแมงกานีส (T_6: -Mn)
ตำรับการทดลองที่ 7 กำหนดให้สารละลายขาดธาตุสังกะสี (T_7: -Zn)
ตำรับการทดลองที่ 8 กำหนดให้สารละลายขาดธาตุทองแดง (T_8: -Cu)
ตำรับการทดลองที่ 9 กำหนดให้สารละลายขาดธาตุโบรอน (T_9: -B)
ตำรับการทดลองที่ 10 กำหนดให้สารละลายขาดธาตุเหล็ก (T_{10}: -Fe)
ตำรับการทดลองที่ 11 กำหนดให้เพิ่มโซเดียมคลอไรด์ในสารละลาย 250 ppm (T_{11}: +NaCl)
ตำรับการทดลองที่ 12 กำหนดให้เพิ่มทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต 1 กรัมในวัสดุปลูก (T_{12}: +TPS)
ตำรับการทดลองที่ 13 กำหนดให้สารละลายมีความเข้มข้น 0.5 ms/cm (T_{13}: EC 0.5 ms/cm)
ตำรับการทดลองที่ 14 กำหนดให้สารละลายมีความเข้มข้น 1.5 ms/cm (T_{14}: EC 1.5 ms/cm)
ตำรับการทดลองที่ 15 กำหนดให้สารละลายมีความเข้มข้น 2.5 ms/cm (T_{15}: EC 2.5 ms/cm)

สถานที่ทำการทดลอง

บริเวณชั้น 5 ภาควิชา ปฐพีวิทยา อาคารเจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การเตรียมวัสดุปลูก

1.ทำความสะอาดทรายโดยทำการแช่ทรายในกรดไนตริก 72 % จำนวน 19.56 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1,000 มิลลิลิตร ในถังขนาด 50 ลิตร เป็นเวลา 2 วัน เพื่อล้างเกลือและธาตุอาหารที่อาจหลงเหลืออยู่ในทรายออก

2.หลังจากแช่ทรายครบ 2 วัน เทน้ำทิ้งล้างทรายด้วยน้ำสะอาด 3 – 4 ครั้ง แล้วแช่น้ำทิ้งไว้อีก 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำทรายตากแดดจนแห้ง บรรจุทรายซึ่งเป็นวัสดุลงในกระถางพลาสติก โดยทำการใส่ตาข่ายไนล่อนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับขนาดก้นกระถางเพื่อป้องกันไม่ให้ทรายไหลออกตอนให้สารละลายธาตุอาหารแก่พืช หลังจากนั้นบรรจุทรายลงในกระถาง กระถางละ 1.5 กิโลกรัม เท่ากันทุกกระถาง

<u>การปลูกปทุมมา</u>

1. ทำการสุ่มหัวพันธุ์ปทุมมาลงในกระถางพลาสติกที่บรรจุทราย

2. ทำการให้น้ำที่ปราศจากสารละลายธาตุอาหารพืชทุกวัน วันละ 2 ครั้ง ช่วงเช้า และช่วงเย็น เป็นเวลา 1 เดือน ปทุมมาจะเริ่มงอกเมื่อผ่านไป 15 วัน

3. ให้สารละลายธาตุอาหารแทนการให้น้ำ

3.1 ตำรับการทดลอง- N, -P, -K, -Ca, -Mg, +TPS, +NACl, EC 0.5 ms/cm, EC1.5 ma/cm และ EC 2.5 ms/cm ทำการให้สารละลายที่มีธาตุอาหารครบทุกธาตุที่ระดับความเข้มข้น 1.0 ms/cm เป็นเวลา 1 เดือน แล้วจึงเปลี่ยนมาให้สารละลายตามที่กำหนดไว้ในแต่ละตำรับการทดลอง

3.2 ตำรับการทดลองที่ขาดจุลธาตุ ทำการให้สารละลายตามที่กำหนดไว้ในแต่ละตำรับการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 การให้สารละลายธาตุอาหาร

ตำรับการทดลอง	วันที่ให้สารละลายธาตุอาหาร		
	4 มิ.ย.48 - 4 ก.ค.48	5 ก.ค.48 – 5 ส.ค.48	6 ส.ค.48- 3 ต.ค.48
-N	น้ำเปล่า	สารละลายธาตุอาหารครบที่ EC 1.0 ms/cm	สารละลายธาตุอาหารขาด N ที่ EC 1.5 ms/cm
-P	น้ำเปล่า	สารละลายธาตุอาหารครบที่ EC 1.0 ms/cm	สารละลายธาตุอาหารขาด P ที่ EC 1.5 ms/cm
-K	น้ำเปล่า	สารละลายธาตุอาหารครบที่ EC 1.0 ms/cm	สารละลายธาตุอาหารขาด K ที่ EC 1.5 ms/cm
-Ca	น้ำเปล่า	สารละลายธาตุอาหารครบที่ EC 1.0 ms/cm	สารละลายธาตุอาหารขาด Ca ที่ EC 1.5 ms/cm
-Mg	น้ำเปล่า	สารละลายธาตุอาหารครบที่ EC 1.0 ms/cm	สารละลายธาตุอาหารขาด Zn ที่ EC 1.5 ms/cm
-Mn	น้ำเปล่า	สารละลายธาตุอาหารขาด Mn ที่ EC 1.0 ms/cm	สารละลายธาตุอาหารขาด Mn ที่ EC 1.5 ms/cm
-Zn	น้ำเปล่า	สารละลายธาตุอาหารขาด Zn ที่ EC 1.0 ms/cm	สารละลายธาตุอาหารขาด Zn ที่ EC 1.5 ms/cm
-Cu	น้ำเปล่า	สารละลายธาตุอาหารขาด Cu ที่ EC 1.0 ms/cm	สารละลายธาตุอาหารขาด Cu ที่ EC 1.5 ms/cm
-B	น้ำเปล่า	สารละลายธาตุอาหารขาด B ที่ EC 1.0 ms/cm	สารละลายธาตุอาหารขาด B ที่ EC 1.5 ms/cm
-Fe	น้ำเปล่า	สารละลายธาตุอาหารขาด Fe ที่ EC 1.0 ms/cm	สารละลายธาตุอาหารขาด Fe ที่ EC 1.5 ms/cm
+NaCl	น้ำเปล่า	สารละลายธาตุอาหารครบ+NaCl ที่ EC 1.5 ms/cm	สารละลายธาตุอาหารครบ+NaCl ที่ EC 2.0 ms/cm
+TPS	น้ำเปล่า	สารละลายธาตุอาหารครบที่ EC 1.0 ms/cm	สารละลายธาตุอาหารครบที่ EC 1.5 ms/cm
EC 0.5 ms/cm	น้ำเปล่า	สารละลายธาตุอาหารครบที่ EC 0.5 ms/cm	สารละลายธาตุอาหารครบที่ EC 0.5 ms/cm
EC 1.5 ms/cm	น้ำเปล่า	สารละลายธาตุอาหารครบที่ EC 1.0 ms/cm	สารละลายธาตุอาหารครบที่ EC 1.5 ms/cm
EC 2.5 ms/cm	น้ำเปล่า	สารละลายธาตุอาหารครบที่ EC 1.0 ms/cm	สารละลายธาตุอาหารครบที่ EC 2.5 ms/cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร

ตารางที่2 การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร

Stock Solution	น้ำหนักสารต่อน้ำ 20 ลิตร
Solution A	
(ตำรับการทดลอง-P,- K,-Mg,-Mn,-Zn,-Cu,-B,+Triple superphosphate,+ NaCl,EC 0.5,EC 1.5,EC 2.5)	
1. $Ca(NO_3)_2.4H_2O$	1,118.0 g
2. Fe-EDTA	23.5 g

Stock Solution	น้ำหนักสารต่อน้ำ 1 ลิตร
Solution A	
(ตำรับการทดลอง - N)	
1. CaCl	151.60 g
2. Fe-EDTA	5.00 g

Stock Solution	น้ำหนักสารต่อน้ำ 1 ลิตร
Solution A	
(ตำรับการทดลอง - Fe)	
1. $Ca(NO_3)_2.4H_2O$	224.00 g

Stock Solution	น้ำหนักสารต่อน้ำ 1 ลิตร
Solution A	
(ตำรับการทดลอง - Ca)	
1. NH_4SO_4	331.38 g
2. Fe-EDTA	5.00 g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Stock Solution	น้ำหนักสารต่อน้ำ 20 ลิตร
Solution B (ตำรับการทดลอง- Ca,-Mn,-Zn,-Cu,-B,-Fe,+Triple superphosphate,+NaCl,EC 0.5,EC 1.5,EC 2.5)	
1. KNO_3	600.00 g
2. $NH_4H_2PO_4$	109.00 g
3. KH_2PO_4	250.00 g
4. K_2SO_4	377.50 g
5. $MgSO_4.7H_2O$	385.00 g
6. $4ZnSO_4.7H_2O$	1.189 g
7. $2CuSO_4.5H_2O$	0.250 g
8. $MnSO_4.H_2O$	3.548 g
9. H_3BO_3	2.540 g
10. Ammonium Molybdate	0.086 g

Stock Solution	น้ำหนักสารต่อน้ำ 1 ลิตร
Solution B (ตำรับการทดลอง - N)	
1. KH_2PO_4	50.00 g
2. K_2SO_4	178.00 g
3. $MgSO_4.7H_2O$	77.00 g
4. $4ZnSO_4.7H_2O$	0.0595 g
5. $2CuSO_4.5H_2O$	0.01275 g
6. $MnSO_4.H_2O$	0.17750 g
7. H_3BO_3	0.12700 g
8. Ammonium Molybdate	0.00425 g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Stock Solution	น้ำหนักสารต่อน้ำ 1 ลิตร
Solution B	
(ตำรับการทดลอง -P)	
1. KNO_3	120.00 g
2. K_2SO_4	107.00 g
3. $MgSO_4.7H_2O$	77.00 g
4. $(NH_4)_2SO_4$	12.61 g
5. $4ZnSO_4.7H_2O$	0.01275 g
6. $2CuSO_4.5H_2O$	0.17750 g
7. $MnSO_4.H_2O$	0.12700 g
8. H_3BO_3	0.00425 g
9. Ammonium Molybdate	0.00425 g

Stock Solution	น้ำหนักสารต่อน้ำ 1 ลิตร
Solution B	
(ตำรับการทดลอง -K)	
1. $(NH_4)_2SO_4$	67.70 g
2. $NH_4H_2PO_4$	64.00 g
3. $MgSO_4.7H_2O$	77.00 g
4. $4ZnSO_4.7H_2O$	0.01275 g
5. $2CuSO_4.5H_2O$	0.17750 g
6. $MnSO_4.H_2O$	0.12700 g
7. H_3BO_3	0.00425 g
8. Ammonium Molybdate	0.00425 g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Stock Solution	น้ำหนักสารต่อน้ำ 1 ลิตร
Solution B	
(ตำรับการทดลอง -Mg)	
1. KNO_3	120.00 g
2. $NH_4H_2PO_4$	22.00 g
3. KH_2PO_4	50.00 g
4. K_2SO_4	75.50 g
5. $4ZnSO_4.7H_2O$	0.01275 g
6. $2CuSO_4.5H_2O$	0.17750 g
7. $MnSO_4.H_2O$	0.12700 g
8. H_3BO_3	0.00425 g
9. Ammonium Molybdate	0.00425 g

Stock Solution	น้ำหนักสารต่อน้ำ 20 ลิตร
(ตำรับการทดลอง -Mn)	
1. KNO_3	120.00 g
2. $NH_4H_2PO_4$	22.00 g
3. KH_2PO_4	50.00 g
4. K_2SO_4	75.00 g
5. $MgSO_4.7H_2O$	77.00 g
6. $4ZnSO_4.7H_2O$	0.05950 g
7. $2CuSO_4.5H_2O$	0.01275 g
8. H_3BO_3	0.12700 g
9. Ammonium Molybdate	0.00425 g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Stock Solution	น้ำหนักสารต่อน้ำ 1 ลิตร
(ตำรับการทดลอง -Zn)	
1. KNO_3	120.00 g
2. $NH_4H_2PO_4$	22.00 g
3. KH_2PO_4	50.00 g
4. K_2SO_4	75.00 g
5. $MgSO_4.7H_2O$	77.00 g
6. $2CuSO_4.5H_2O$	0.01275 g
7. $MnSO_4.H_2O$	0.17750 g
8. H_3BO_3	0.12700 g
9. Ammonium Molybdate	0.00425 g

Stock Solution	น้ำหนักสารต่อน้ำ 20 ลิตร
(ตำรับการทดลอง -Cu)	
1. KNO_3	120.00 g
2. $NH_4H_2PO_4$	22.00 g
3. KH_2PO_4	50.00 g
4. K_2SO_4	75.00 g
5. $MgSO_4.7H_2O$	77.00 g
6. $4ZnSO_4.7H_2O$	0.05950 g
7. $MnSO_4.H_2O$	0.17750 g
8. H_3BO_3	0.12700 g
9. Ammonium Molybdate	0.00425 g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Stock Solution	น้ำหนักสารต่อน้ำ 20 ลิตร
(ตำรับการทดลอง - B)	
1. KNO_3	120.00 g
2. $NH_4H_2PO_4$	22.00 g
3. KH_2PO_4	50.00 g
4. K_2SO_4	75.00 g
5. $MgSO_4.7H_2O$	77.00 g
6. $4ZnSO_4.7H_2O$	0.05950 g
7. $2CuSO_4.5H_2O$	0.01275 g
8. $MnSO_4.H_2O$	0.17750 g
9. Ammonium Molybdate	0.04250 g

วิธีการเตรียมสารละลายธาตุอาหารเพื่อนำไปใช้ โดยเตรียมน้ำ 20 ลิตร ใส่ถังพลาสติกปรับค่า pH ให้อยู่ที่ 5.5-6.5 ด้วยกรดไนตริกความเข้มข้น 2 โมลาร์ จากนั้นเติมสารละลายธาตุอาหาร A และ B ในปริมาณที่เท่ากันจนได้ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารตามต้องการ สำหรับตำรับการทดลองที่เพิ่มโซเดียมคลอไรด์เตรียมสารละลายธาตุอาหารที่ระดับความเข้มข้น 1.5 ms/cm ก่อนแล้วจึงเติมโซเดียมคลอไรด์ 1 กรัม จะได้สารละลายที่ระดับความเข้มข้น 2.0 ms/cm

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1. บันทึกค่า EC และ pH ของสารละลายธาตุอาหารที่ระบายออก

วัดค่า EC และ pH ของสารละลายธาตุอาหารที่ระบายออกทุกสัปดาห์เป็นเวลา 16 สัปดาห์ โดยใช้ EC meter และ pH meter วัดสารละลายที่อยู่ในถาดรอง

2. บันทึกค่าความสูงของต้นปทุมมา

วัดความสูงต้นปทุมมาโดยการใช้ตลับเมตรวัดจากโคนต้นจนถึงปลายใบที่สูงที่สุด

3. บันทึกค่าความสูงของก้านดอก ความกว้างของดอก น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของดอกปทุมมา

วัดความสูงของก้านดอกโดยการใช้ตลับเมตร วัดความกว้างของดอกด้วยเวอร์เนีย โดยวัดก่อนเก็บดอก การเก็บดอกปทุมมาเก็บเมื่อกลีบประดับดอกบาน 4 – 6 กลีบ ดอกจริงบานอย่างน้อย 2 – 3 ดอก ทำการตัดดอกเก็บไว้ โดยก่อนตัดดอกควรรดน้ำในกระถางเพื่อให้ต้นได้รับความชื้นเต็มที่ นำไปชั่งหาน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

99805

4. การประเมินการเจริญเติบโตของต้นปทุมมาด้วยสายตา

การประเมินการเจริญเติบโตด้วยสายตา โดยการให้คะแนนจากผู้ประเมิน 5 คน ทำการประเมิน 3 ครั้ง และนำค่าที่ได้แต่ละครั้งมาหาค่าเฉลี่ย

การประเมิน ครั้งที่ 1 วันที่ 2 สิงหาคม 2548 (หลังจากปลูกได้ 60 วัน)

การประเมิน ครั้งที่ 2 วันที่ 2 กันยายน 2548 (หลังจากปลูกได้ 30 วัน)

การประเมิน ครั้งที่ 3 วันที่ 2 ตุลาคม 2548 (หลังจากปลูกได้ 30 วัน)

ระดับการประเมิน 5 = การเจริญเติบโตดีมาก

4 = การเจริญเติบโตดี

3 = การเจริญเติบโตปานกลาง

2 = การเจริญเติบโตพอใช้

1 = การเจริญเติบโตเล็กน้อย

5. บันทึกอาการผิดปรกติที่เกิดจากการขาดธาตุอาหารของปทุมมา

บันทึกอาการผิดปรกติที่มองเห็นได้และบันทึกด้วยภาพถ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่2 แผนผังแสดงการวางกระถางปลูกปทุมมา

T R 2 1	T R 15 3	T R 5 3	T R 12 2	T R 11 1	T R 5 4	T R 13 2	T R 12 1	T R 9 1	T R 9 3
T R 12 3	T R 1 1	T R 7 1	T R 2 4	T R 15 2	T R 5 2	T R 1 3	T R 12 4	T R 6 4	T R 8 3
T R 11 4	T R 10 1	T R 4 4	T R 8 4	T R 9 2	T R 6 1	T R 4 1	T R 10 2	T R 14 2	T R 3 1
T R 3 2	T R 2 2	T R 15 2	T R 4 2	T R 1 4	T R 8 1	T R 11 1	T R 3 3	T R 11 3	T R 11 2
T R 11 3	T R 14 1	T R 11 1	T R 7 2	T R 3 4	T R 10 4	T R 4 3	T R 14 4	T R 7 3	T R 14 3
T R 5 1	T R 8 2	T R 15 4	T R 2 3	T R 10 3	T R 7 4	T R 1 2	T R 6 2	T R 9 4	T R 6 3

ตำรับการทดลองที่ 1 กำหนดให้สารละลายขาดธาตุไนโตรเจน (T_1 : -N)

ตำรับการทดลองที่ 2 กำหนดให้สารละลายขาดธาตุฟอสฟอรัส (T_2: -P)

ตำรับการทดลองที่ 3 กำหนดให้สารละลายขาดธาตุโพแทสเซียม (T_3: -K)

ตำรับการทดลองที่ 4 กำหนดให้สารละลายขาดธาตุแคลเซียม (T_4 : -Ca)

ตำรับการทดลองที่ 5 กำหนดให้สารละลายขาดธาตุแมกนีเซียม (T_5 : -Mg)

ตำรับการทดลองที่ 6 กำหนดให้สารละลายขาดธาตุแมงกานีส (T_6 : -Mn)

ตำรับการทดลองที่ 7 กำหนดให้สารละลายขาดธาตุสังกะสี (T_7 : -Zn)

ตำรับการทดลองที่ 8 กำหนดให้สารละลายขาดธาตุทองแดง (T_8 : -Cu)

ตำรับการทดลองที่ 9 กำหนดให้สารละลายขาดธาตุโบรอน (T_9 : -B)

ตำรับการทดลองที่ 10 กำหนดให้สารละลายขาดธาตุเหล็ก (T_{10} : -Fe)

ตำรับการทดลองที่ 11 กำหนดให้เพิ่มโซเดียมคลอไรด์ในสารละลาย 250 ppm (T_{11} : +NaCl)

ตำรับการทดลองที่ 12 กำหนดให้เพิ่มทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต 1 กรัมในวัสดุปลูก (T_{12} : +TPS)

ตำรับการทดลองที่ 13 กำหนดให้สารละลายมีความเข้มข้น 0.5 ms/cm (T_{13} : EC 0.5 ms/cm)

ตำรับการทดลองที่ 14 กำหนดให้สารละลายมีความเข้มข้น 1.5 ms/cm (T_{14} : EC 1.5 ms/cm)

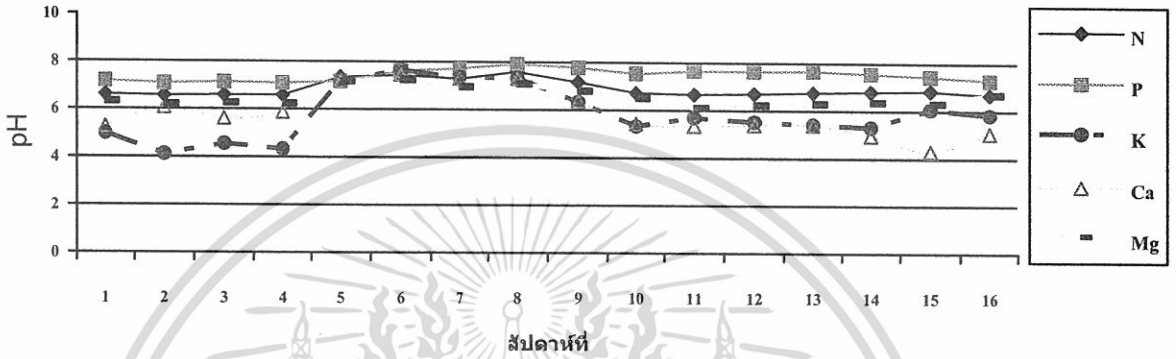
ตำรับการทดลองที่ 15 กำหนดให้สารละลายมีความเข้มข้น 2.5 ms/cm (T_{15} : EC 2.5 ms/cm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

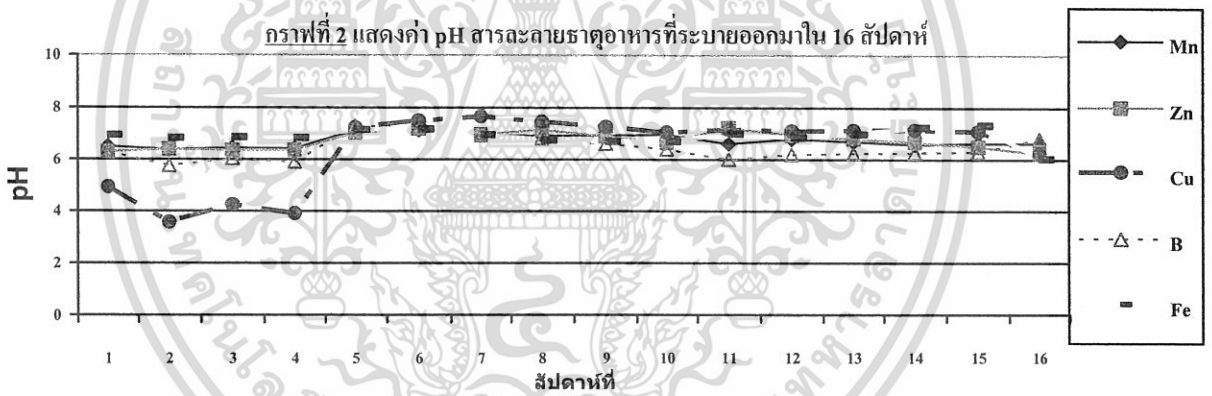
ผลการทดลอง

1. ค่า pH ของสารละลายธาตุอาหารที่ระบายออกมา เป็นเวลา 16 สัปดาห์

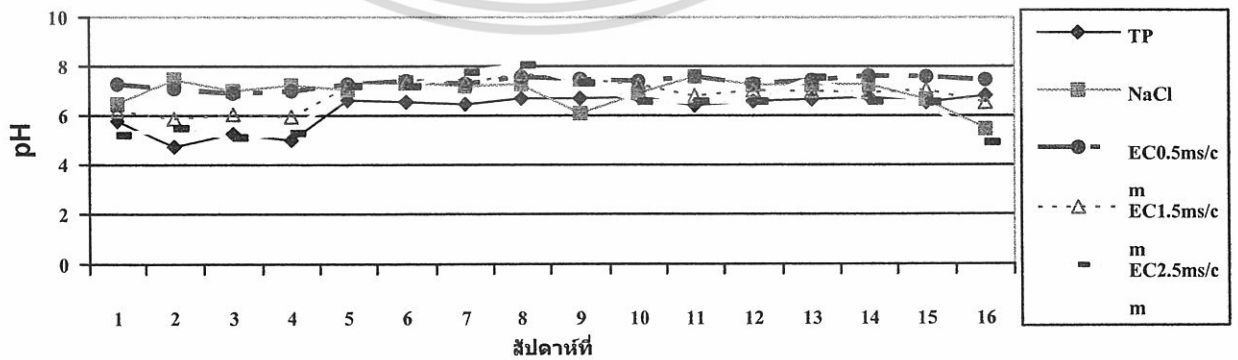
กราฟที่ 1 แสดงค่า pH สารละลายธาตุอาหารที่ระบายออกมาใน 16 สัปดาห์



กราฟที่ 2 แสดงค่า pH สารละลายธาตุอาหารที่ระบายออกมาใน 16 สัปดาห์



กราฟที่ 3 แสดงค่า pH ของสารละลายธาตุอาหารที่ระบายออกมาใน 16 สัปดาห์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21137

กราฟที่ 1 พบว่า ค่า pH ของสารละลายที่ระบายออกมาจาก –N, -P, -Mg แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่า pH ไม่แตกต่างกัน ส่วนสารละลายที่ได้จาก –Ca ค่า pH เพิ่มขึ้นตลอดจนถึงสัปดาห์ที่ 8 แล้วค่อยลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 15 และเพิ่มขึ้นอีกในสัปดาห์ที่ 16 ในขณะที่ –K การเปลี่ยนแปลงค่า pH ลดลงในสัปดาห์ที่ 2-4 แล้วเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 5 จนถึงสัปดาห์ที่ 9 ค่า pH จึงลดลง

กราฟที่ 2 พบว่า ค่า pH ของสารละลายที่ระบายออกมาจาก –Mn, -Zn, -B, -Fe คงที่ตลอดสัปดาห์ที่ 1-4 และเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 5 ตลอดจนสัปดาห์ที่ 16 มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย แต่ค่า pH ของ –B และ –Fe ในสัปดาห์ที่ 15 มีค่าลดลง ในขณะที่ –Cu ค่า pH ต่ำในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 แล้วเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 5 คงที่ตลอดจนถึงสัปดาห์ที่15 และลดลงอีกในสัปดาห์ที่ 16

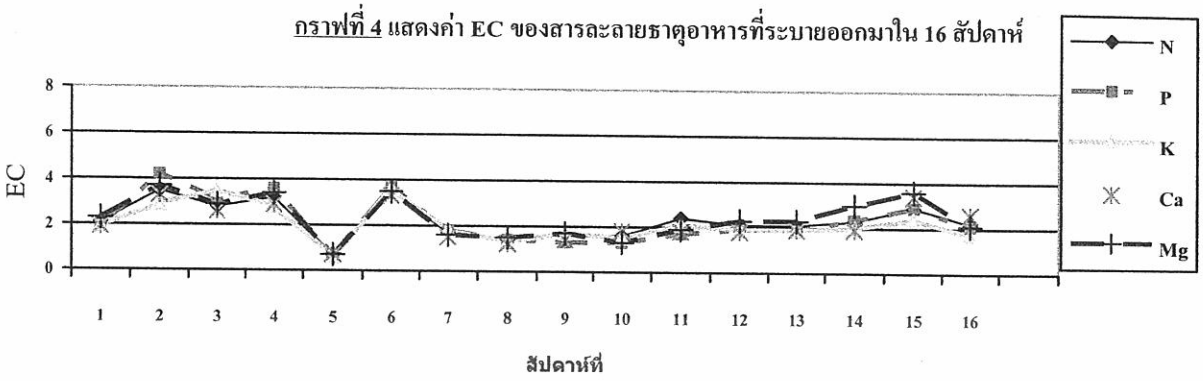
กราฟที่ 3 พบว่า ค่า pH ของสารละลายที่ระบายออกมาจาก +TPS ในสัปดาห์ที่ 1-4 ลดลงแล้วเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 5 มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยตลอด 16 สัปดาห์ ส่วนค่า pH ของ +NaCl มีการเปลี่ยนแปลงค่า pH เพียงเล็กน้อยและค่าลดลงในสัปดาห์ที่ 9 ก่อนที่จะเพิ่มขึ้นอีกจนถึงสัปดาห์ที่ 15 ค่า pH จึงลดลง ค่า pH ของ EC 0.5 ms/cm เกือบคงที่ตลอด 16 สัปดาห์ ส่วนที่ EC 1.5 ms/cm ค่าpH ของสารละลายที่ระบายออกมาในสัปดาห์ที่ 1-4 คงที่และค่อยเพิ่มขึ้นจนถึงสัปดาห์ที่ 8 และค่า pH ลดลงเกือบคงที่ตลอดจนถึงสัปดาห์ที่ 16 ในขณะที่ EC 2.5 ms/cm ค่า pH ของสารละลายที่ระบายออกมาเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 1-4 ก่อนเพิ่มขึ้นจนถึงสัปดาห์ที่ 8 และค่าค่อยๆลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 16

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ธนบุรี

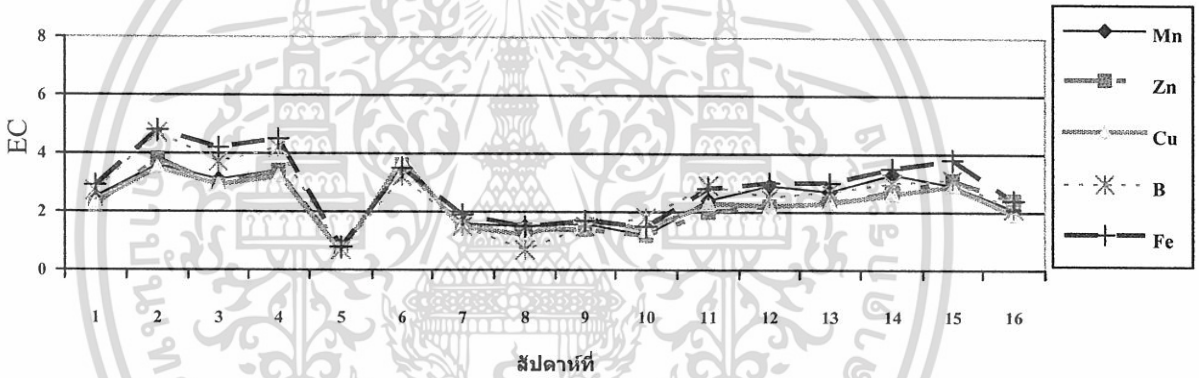
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ระบายออกมา เป็นเวลา 16 สัปดาห์

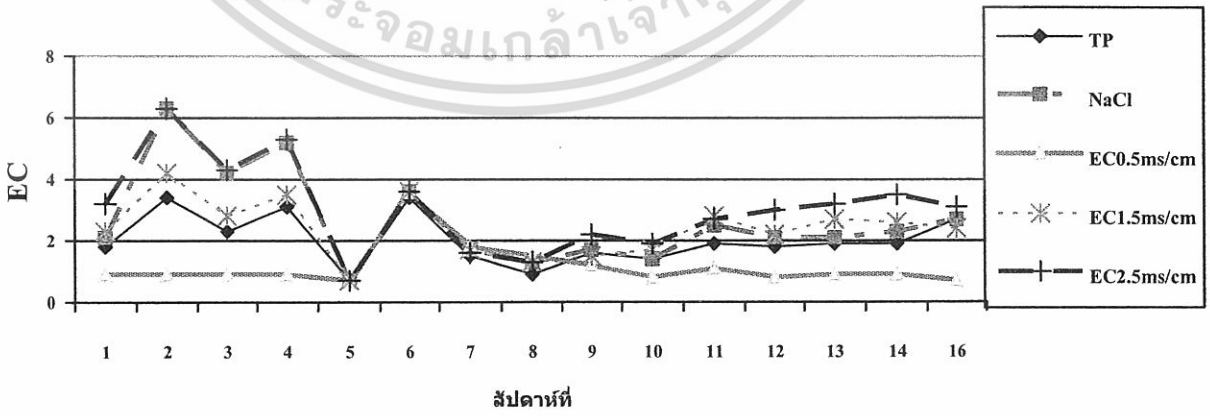
<u>กราฟที่ 4</u> แสดงค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ระบายออกมาใน 16 สัปดาห์



<u>กราฟที่ 5</u> แสดงค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ระบายออกมาใน 16 สัปดาห์



<u>กราฟที่ 6</u> แสดงค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ระบายออกมาใน 16 สัปดาห์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟที่ 4 และกราฟที่ 5 จะเห็นว่า ค่า EC ของสารละลายที่ระบายออกมามีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับค่า EC ของสารละลายที่ให้ แต่ค่า EC ของแต่ละตำรับการทดลองจะลดลงในสัปดาห์ที่ 5 เนื่องจากมีการให้น้ำเปล่าเพื่อชะลายเกลือแล้วถ่ายน้ำนั้นทิ้งก่อนที่จะวัดค่า EC ในสัปดาห์นั้นก่อน 3 วัน และค่า EC เพิ่มขึ้นอีกในสัปดาห์ที่ 6 แล้วค่อยๆลดต่ำลง เกือบคงที่ตลอดสัปดาห์ที่ 7-10 ค่า EC จึงค่อยเพิ่มขึ้นอีกเพียงเล็กน้อยจนถึงสัปดาห์ที่ 15 ค่า EC จึงกับมาลดลงอีก

กราฟที่ 6 พบว่า ค่า EC ของสารละลายที่ระบายออกมาจาก EC 0.5 ms/cm มีค่าต่ำสุดและคงที่ตลอดสัปดาห์ที่1-5แล้วค่อยเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่6 และลดต่ำลงอีกตลอดการทดลอง ค่า EC ของสารละลายที่ระบายออกมาจาก +TPS มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่า EC เหมือนตำรับการทดลองในกราฟที่4 และ 5 ส่วนค่า EC ของสารละลายที่ระบายออกมาจาก EC 1.5 ms/cm มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงสัปดาห์ที่ 13-16 ลดลงตลอดเมื่อเทียบกับตำรับการทดลองอื่นที่ค่า EC จะเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 15 ก่อนจะลดลงในสัปดาห์16 ในขณะที่ +NaCl และ EC 2.5 ms/cm ค่า EC ของสารละลายที่ระบายออกมาสูงกว่าตำรับการทดลองอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัดในสัปดาห์ที่ 2 และในสัปดาห์ที่ 11-15 ค่า EC ของตำรับการทดลองที่ให้สารละลายความเข้มข้น 2.5 ms/cm สูงกว่าการทดลองอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเจริญเติบโตของต้นปทุมมา

ตารางที่ 3 การประเมินการเจริญเติบโตของต้นปทุมมาด้วยสายตา

ลำดับ	ตำรับการทดลอง	ค่าการประเมิน
1	สารละลายขาดธาตุไนโตรเจน (-N)	3.28 de
2	สารละลายขาดธาตุฟอสฟอรัส (-P)	3.97 abc
3	สารละลายขาดธาตุโพแทสเซียม (-K)	2.98 e
4	สารละลายขาดธาตุแคลเซียม (-Ca)	3.04 e
5	สารละลายขาดธาตุแมกนีเซียม (-Mg)	3.99 abc
6	สารละลายขาดธาตุแมงกานีส (-Mn)	3.49 cde
7	สารละลายขาดธาตุสังกะสี (-Zn)	4.39 a
8	สารละลายขาดธาตุทองแดง (-Cu)	3.98 abc
9	สารละลายขาดธาตุโบรอน (-B)	4.30 ab
10	สารละลายขาดธาตุเหล็ก (-Fe)	3.45 cde
11	สารละลายเพิ่มโซเดียมคลอไรด์ในสารละลาย 250 ppm (+NaCl)	3.09 de
12	เพิ่มทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต 1 กรัมในวัสดุปลูก (+TPS)	3.08 de
13	สารละลายความเข้มข้น 0.5 ms/cm (EC 0.5 ms/cm)	3.01 e
14	สารละลายความเข้มข้น 1.5 ms/cm (EC 1.5 ms/cm)	3.73 bcd
15	สารละลายความเข้มข้น 2.5 ms/cm (EC 2.5 ms/cm)	3.4 cde

จากตารางที่ 3 แสดงการเจริญเติบโตของต้นปทุมมาด้วยสายตา พบว่า ต้นปทุมมาที่ -Zn มีการเจริญเติบโตมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับต้นปทุมมาที่-P, -Mg, -Cu และ –B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ต้นปทุมมาที่-K, -Ca และ EC 0.5 ms/cm เจริญเติบโตน้อยที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับต้นปทุมมาที่ –N, -Mn, -Fe, +NaCl, +TPS และ EC 2.5 ms/cm อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ต้นปทุมมาที่ได้รับ EC1.5 ms/cmการเจริญเติบโตค่อนข้างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวิเคราะห์การเจริญเติบโตของต้นปทุมมา

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของต้นปทุมมา

ลำดับ	ตำรับการทดลอง	ความสูงลำต้น	น้ำหนักสดใบ	น้ำหนักแห้งใบ	น้ำหนักสดหน่อ	น้ำหนักแห้งหน่อ
1	-N	53.13 bcde	69.41 bcd	19.24 cd	125.62 cde	8.29 ns
2	-P	45.35 def	179.76 a	13.18 abcd	136.19 cde	63.93
3	-K	30.58 f	65.89 cd	8.42 d	94.37 e	9.29
4	-Ca	48.83 cde	62.31 d	8.43 d	154.89 bcde	21.45
5	-Mg	60.75 abcd	148.62 abc	16.93 a	210.47 abc	26.12
6	-Mn	67.33 ab	112.11 abcd	14.24 abc	237.46 ab	25.21
7	-Zn	59.13 abcd	151.89 ab	17.69 a	265.95 a	30.85
8	-Cu	38.78 ef	125.48 abcd	12.44 abcd	232.54 ab	25.85
9	-B	65.25 abc	127.14 abcd	14.15 abcd	185.27 abcd	86.25
10	-Fe	70.75 a	115.46 abcd	15.34 ab	231.51 ab	28.17
11	+NaCl	44.25 def	86.94 bcd	10.39 bcd	108.88 de	11.05
12	+TPS	50.58 cde	114.23 abcd	14.61 abc	198.98 abc	22.91
13	EC 0.5 ms/cm	44.78 def	56.76 d	9.22 cd	144.77 cde	22.64
14	EC 1.5 ms/cm	53.18 bcde	111.82 abcd	14.47 abc	197.78 abc	22.40
15	EC 2.5 ms/cm	47.08 de	73.33 bcd	10.76 bcd	156.37 bcde	20.01

ลำดับ	ตำรับการทดลอง	น้ำหนักสดราก	น้ำหนักแห้งราก	น้ำหนักสดรวม	น้ำหนักแห้งรวม	จำนวนหน่อ
1	-N	24.45 abcd	4.22 ns	219.48 ns	21.76 c	28.25 ns
2	-P	34.72 a	1.87	390.45	39.19 ab	29.50
3	-K	13.19 cd	0.96	172.69	18.74 c	20.25
4	-Ca	11.69 d	0.46	228.89	30.35 bc	22.00
5	-Mg	27.54 ab	0.79	386.62	43.85 ab	41.50
6	-Mn	22.43 abcd	0.51	372.01	39.95 ab	35.25
7	-Zn	27.58 ab	0.89	445.42	49.43 a	34.50
8	-Cu	26.16 abc	1.96	384.18	40.24 ab	34.00
9	-B	18.33 bcd	12.01	401.38	41.82 ab	31.75
10	-Fe	20.13 bcd	0.79	367.10	44.29 ab	37.75
11	+NaCl	15.76 bcd	1.52	211.58	22.95 c	26.25
12	+TPS	21.40 bcd	0.63	334.62	38.29 ab	34.62
13	EC 0.5 ms/cm	24.92 abc	1.24	226.55	32.96 bc	23.50
14	EC 1.5 ms/cm	21.75 bcd	0.84	331.36	37.86 ab	28.00
15	EC 2.5 ms/cm	19.83 bcd	0.68	249.52	31.45 bc	27.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ตำรับการทดลอง	ความกว้างดอก	ความสูงดอก	น้ำหนักสดดอก	น้ำหนักแห้งดอก	จำนวนดอก
1	-N	50.07 ns	79.81 ns	26.31 ns	2.51 ns	2.00 bcd
2	-P	31.36	76.71	6.59	1.59	2.75 abc
3	-K	15.89	67.33	15.06	1.41	1.25 d
4	-Ca	41.81	79.04	20.46	2.05	1.50 c
5	-Mg	31.95	72.70	17.02	1.79	3.25 ab
6	-Mn	29.84	75.47	19.31	1.97	3.50 ab
7	-Zn	30.35	68.12	15.29	1.53	3.75 a
8	-Cu	31.77	76.67	20.49	1.93	3.00 abc
9	-B	38.04	76.12	19.28	1.81	3.50 ab
10	-Fe	31.73	72.07	15.52	1.73	3.00 abc
11	+NaCl	31.14	68.67	14.95	1.52	2.50 abcd
12	+TPS	30.65	73.46	16.38	1.78	2.50 abcd
13	EC 0.5 ms/cm	41.92	72.98	19.58	2.18	2.00 bcd
14	EC 1.5 ms/cm	37.45	74.71	20.01	2.57	3.00 abc
15	EC 2.5 ms/cm	26.39	66.03	13.63	1.57	2.50 abcd

*** ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ**

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ความสูงลำต้นปทุมมา พบว่าต้นปทุมมาที่ขาดธาตุ Fe มีความสูงของลำต้นมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากต้นอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนต้นที่ขาดธาตุ K ความสูงของลำต้นจะน้อยที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากต้นอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

น้ำหนักสดใบปทุมมา พบว่าต้นปทุมมาที่ขาดธาตุ P มีน้ำหนักสดมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากต้นอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และต้นปทุมมาที่ได้รับ EC 0.5 ms/cm มีน้ำหนักสดน้อยที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากต้นอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

น้ำหนักแห้งใบปทุมมา พบว่าต้นที่ขาดธาตุ Mg และ ธาตุ Zn มีน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนต้นที่ขาดธาตุ K และธาตุ Ca มีน้ำหนักแห้งใบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในการวิเคราะห์น้ำหนักสดของหน่อปทุมมา พบว่าต้นที่ขาดธาตุ Zn มีน้ำหนักสดมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากต้นอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และต้นที่ขาดธาตุ K มีน้ำหนักน้อยที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากต้นอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่น้ำหนักแห้งหน่อไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าวิเคราะห์น้ำหนักสดต้นที่ขาดธาตุ P มีน้ำหนักสดรากมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากต้นอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนต้นที่ขาดธาตุ Ca มีน้ำหนักสดรากน้อยที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากต้นอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่น้ำหนักแห้งรากไม่แตกต่างจากต้นอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าวิเคราะห์น้ำหนักสดรวมไม่แตกต่างจากต้นอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่น้ำหนักแห้งรวมมากที่สุดในต้นที่ขาดธาตุ Zn แต่ไม่แตกต่างจากต้นอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และต้นที่ขาดธาตุ N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

, K และตำรับการทดลองที่เพิ่มโซเดียมคลอไรด์ในสารละลาย น้ำหนักแห้งรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ส่วนค่าวิเคราะห์จำนวนหน่อ ความกว้างดอก ความสูงดอก น้ำหนักสดดอก น้ำหนักแห้งดอก ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จำนวนดอกปทุมมาในต้นทีขาดธาตุ Zn มีจำนวนดอกมากที่สุดแตกต่างจากต้นอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ต้นที่ขาดธาตุ P มีจำนวนดอกน้อยที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากต้นอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารในส่วนที่เป็นใบของต้นปทุมมา

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารในส่วนที่เป็นใบของต้นปทุมมา

ลำดับ	ตำรับการทดลอง	N	P	K	Ca	Mg
1	-N	0.0444 d	0.4543 a	5.3946 a	3.0607 abc	0.3013 bc
2	-P	1.0633 ab	0.1444 f	4.4794 ab	2.8374 bc	0.2368 bcd
3	-K	1.0566 ab	0.3998 ab	1.9683 de	3.1765 ab	0.5877 a
4	-Ca	1.1487 ab	0.3647 abc	3.8458 ab	2.3876 c	0.2539 bcd
5	-Mg	1.0653 ab	0.3575 bc	4.7420 ab	3.0341 abc	0.1415 d
6	-Mn	1.0013 ab	0.3551 bcd	4.2823 ab	3.0999 abc	0.2422 bcd
7	-Zn	1.0565 ab	0.3234 bcde	4.1611 ab	2.9916 abc	0.2583 bcd
8	-Cu	1.0271 ab	0.3373 bcde	3.2367 bcd	3.0909 abc	0.2425 bcd
9	-B	1.0779 ab	0.3365 bcde	4.0524 abc	2.6355 bc	0.1432 d
10	-Fe	0.8981 b	0.2603 de	2.0716 cde	3.2807 ab	0.2246 bcd
11	+NaCl	0.5284 c	0.2421 e	3.6089 abcd	2.6645 bc	0.2742 bcd
12	+TPS	0.9589 ab	0.3635 abc	3.7365 abc	2.6391 bc	0.2292 bcd
13	EC 0.5 ms/cm	0.5317 c	0.2587 de	1.9028 e	3.7362 a	0.3576 a
14	EC 1.5 ms/cm	0.5692 c	0.2951 cde	3.7409 abc	3.1052 abc	0.1641 cd
15	EC 2.5ms/cm	1.2433 a	0.3415 bcd	5.3777 a	2.8812 bc	0.2043 bcd

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ตำรับการทดลอง	Mn	Zn	Cu	Fe	Na
1	-N	0.0242 bc	0.0073 ns	0.0004 ns	0.0111 ns	0.6112 ns
2	-P	0.0085 c	0.0089	0.0004	0.0163	1.0253
3	-K	0.0716 a	0.0100	0.0005	0.0152	0.9856
4	-Ca	0.0567 a	0.0076	0.0005	0.0138	1.4834
5	-Mg	0.0221 bc	0.0068	0.0003	0.0156	1.8005
6	-Mn	0.0109 bc	0.0074	0.0003	0.0128	1.7384
7	-Zn	0.0136 bc	0.0071	0.0003	0.0119	1.5114
8	-Cu	0.0151 bc	0.0074	0.0004	0.0129	1.7071
9	-B	0.0145 bc	0.0067	0.0003	0.0116	1.4671
10	-Fe	0.0087 c	0.0058	0.0003	0.0133	1.0346
11	+NaCl	0.0089 c	0.0227	0.0003	0.0101	1.2785
12	+TPS	0.0115 bc	0.0084	0.0004	0.0139	1.3412
13	EC 0.5 ms/cm	0.0091 c	0.0082	0.0003	0.0113	0.5319
14	EC 1.5 ms/cm	0.0285 b	0.0075	0.0003	0.0121	0.8905
15	EC 2.5 ms/cm	0.0236 bc	0.0073	0.0003	0.0134	1.2756

*** ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ**

จากตารางที่ 5 วิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารในส่วนที่เป็นใบของต้นปทุมมา พบว่าปทุมมาที่ขาดธาตุ N, P, K , Ca และ Mg มีปริมาณธาตุอาหารเหล่านี้น้อยอย่างเห็นได้ชัด คือ ต้นที่ขาดธาตุ N มีปริมาณของธาตุ N แตกต่างจากต้นอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต้นที่ขาดธาตุ P มีปริมาณของธาตุ P แตกต่างจากต้นอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต้นที่ขาดธาตุ K มีปริมาณของธาตุ K ไม่แตกต่างกันกับต้นที่ขาดธาตุ Fe และตำรับการทดลองที่ความเข้มข้นที่ 0.5 ms/cm. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต้นปทุมมาที่ขาด Ca มีปริมาณ Ca น้อยที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากต้นอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต้นปทุมมาที่ขาด Mg มีปริมาณของธาตุ Mg มีปริมาณ Mg น้อยที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากต้นอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุ Mn ในใบพบว่าต้นปทุมมาที่ขาด K และขาด Ca มีปริมาณธาตุ Mn ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในต้นที่ขาดธาตุ P , ขาดธาตุ Fe ,ตำรับการทดลองที่เพิ่มโซเดียมคลอไรด์ในสารละลาย และตำรับการทดลองที่ความเข้มข้นสารละลาย 0.5 ms/cm. มีปริมาณ Mn ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน

ในขณะที่ปริมาณธาตุ Zn, Cu, Fe และ Na ในใบต้นปทุมมาในทุกตำรับการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

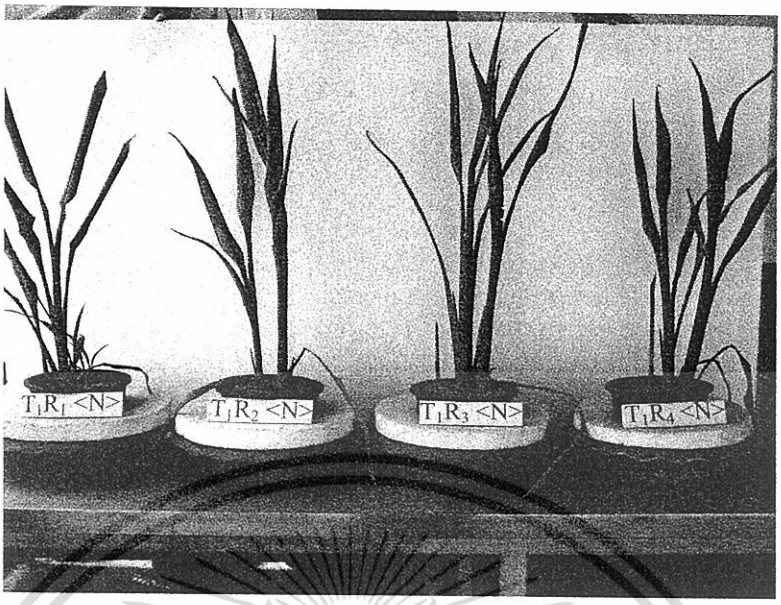
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ลักษณะอาการขาดธาตุอาหารในต้นปทุมมา

ตารางที่6 ลักษณะอาการขาดธาตุอาหารพืชที่แสดงออกในต้นปทุมมา

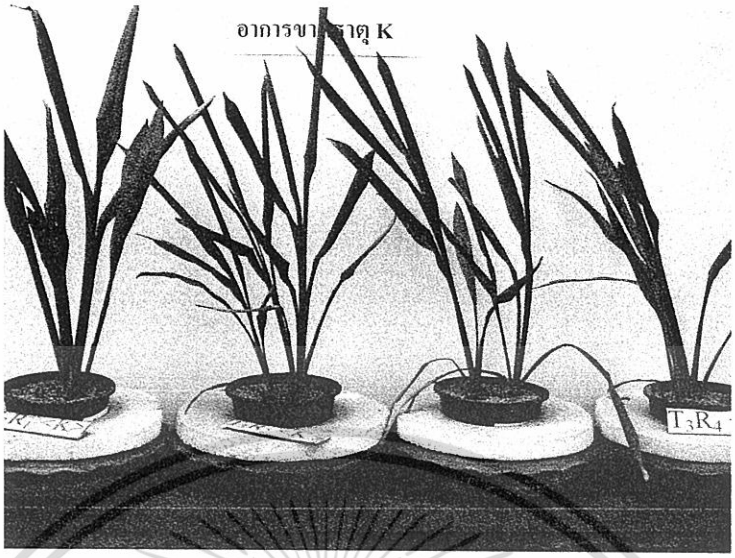
ตำรับการทดลอง	อาการขาดธาตุอาหาร
1. ตำรับการทดลองขาดธาตุไนโตรเจน	ใบส่วนล่างพืชมีสีเหลือง ปลายใบและขอบใบจะค่อยๆแห้งและลุกลามเข้ามาเรื่อยๆ ลำต้นผอมสูง กิ่งก้านลีบเล็ก
2. ตำรับการทดลองที่ขาดธาตุฟอสฟอรัส	ปลายใบและขอบใบไหม้เล็กน้อย อาการไม่ชัดเจน
3. ตำรับการทดลองที่ขาดธาตุโพแทสเซียม	ต้นมีขนาดเล็กและแคระแกร็น ขอบใบเหลืองแล้วกลายเป็นสีน้ำตาล เริ่มจากปลายใบเข้าสู่กลางใบเป็นรูปตัววี ออกดอกช้า
4. ตำรับการทดลองที่ขาดธาตุแคลเซียม	รอยไหม้เป็นจุดและขยายเป็นแถบบนใบ
5. ตำรับการทดลองที่ขาดธาตุแมกนีเซียม	ปลายใบและขอบใบสีเหลือง แล้วค่อยๆไหม้จากปลายใบสู่กลางใบ
6. ตำรับการทดลองที่ขาดธาตุแมงกานีส	ไหม้จากปลายใบลามสู่กลางใบเล็กน้อย อาการไม่ชัดเจน
7. ตำรับการทดลองที่ขาดธาตุสังกะสี	ไหม้จากปลายใบลามสู่กลางใบ
8. ตำรับการทดลองที่ขาดธาตุทองแดง	ไหม้ที่ขอบใบ
9. ตำรับการทดลองที่ขาดธาตุโบรอน	ไหม้ที่ขอบใบลงมาเป็นริ้ว
10. ตำรับการทดลองที่ขาดธาตุเหล็ก	ใบบนมีสีซีด ปลายใบไหม้ลามสู่กลางใบ
11. ตำรับการทดลองที่เพิ่มโซเดียมคลอไรด์ในสารละลาย 250 ppm	ไหม้จากขอบใบและปลายในเป็นแถบลงมาตามเส้นใบ
12. ตำรับการทดลองที่เพิ่มทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต 1 กรัมในวัสดุปลูก	รอยไหม้เป็นแถบและไหม้ที่ปลายใบ
13. ตำรับการทดลองที่ความเข้มข้นสารละลาย 0.5 ms/cm	อาการ ไม่ชัดเจน การเจริญเติบโตปานกลาง
14. ตำรับการทดลองที่ความเข้มข้นสารละลาย 1.5 ms/cm	อาการ ไม่ชัดเจน การเจริญเติบโตดี
15. ตำรับการทดลองที่ความเข้มข้นสารละลาย 2.5 ms/cm	ไหม้จากปลายใบลามสู่กลางใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



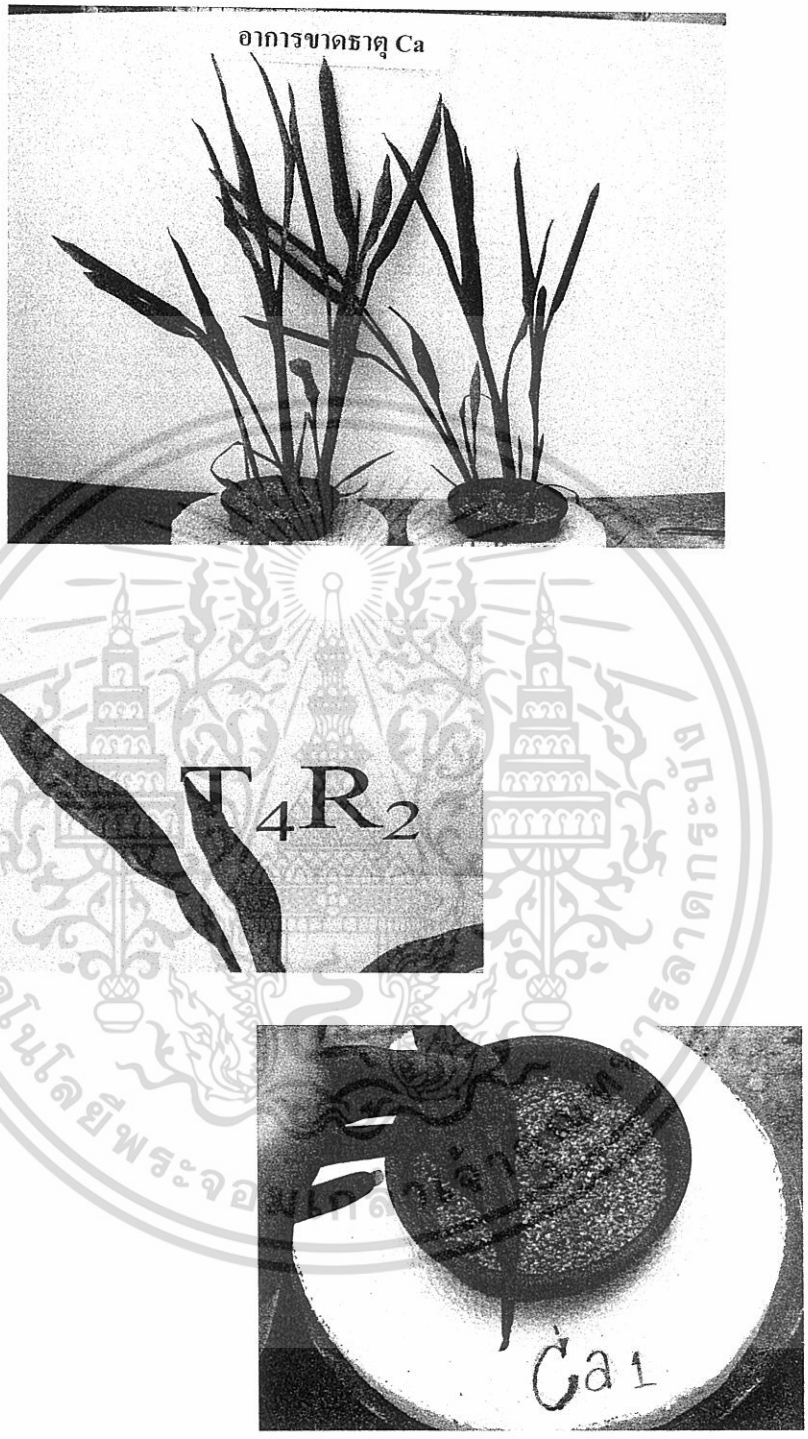
ภาพที่ 3 แสดงอาการขาดธาตุไนโตรเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



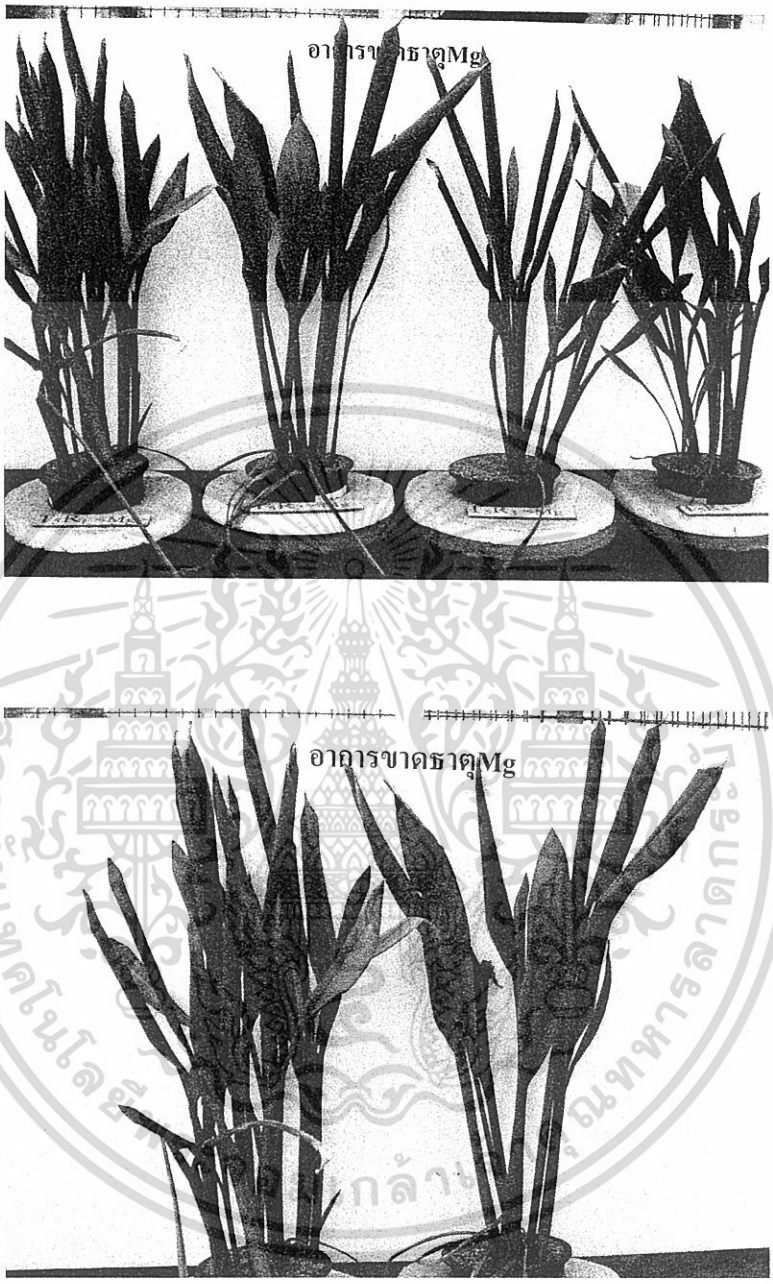
ภาพที่ 4 แสดงอาการขาดธาตุโพแทสเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 แสดงอาการขาดธาตุแคลเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 แสดงอาการขาดธาตุแมกนีเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7 แสดงอาการขาดธาตุสังกะสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 8 แสดงอาการที่เกิดจากโซเดียมคลอไรด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาอาการขาดธาตุอาหารพืชในปทุมมาพบว่าลักษณะอาการขาดธาตุที่แสดงออกชัดเจนนั้นจะพบในต้นที่ขาดธาตุอาหารหลักมากกว่าในต้นที่ให้มีการขาดจุลธาตุ ต้นที่แสดงอาการขาดธาตุชัดเจน คือ ต้นที่ขาดธาตุไนโตรเจน โดยใบจะมีสีเขียวอ่อน เหลืองแล้วค่อยๆไหม้จากปลายใบเข้าหากลางใบ เริ่มที่ใบล่างก่อน ต้นที่ขาดธาตุโพแทสเซียม ต้นมีขนาดเล็กและแคระแกร็น ใบไหม้เป็นรูปตัววีจากปลายใบเข้าหากลางใบ ออกดอกช้า ต้นที่ขาดธาตุแคลเซียมจะเกิดรอยไหม้เป็นจุดและขยายเป็นแถบไหม้บนใบ ต้นที่เพิ่มโซเดียมคลอไรด์ในสารละลายแสดงอาการไหม้จากขอบใบและปลายใบเป็นแถบลงมาตามเส้นใบ ส่วนในต้นที่ขาดธาตุฟอสฟอรัส ธาตุแมกนีเซียม และจุลธาตุลักษณะอาการที่แสดงออกไม่ชัดเจนนัก โดยเฉพาะธาตุเหล็กซึ่งจะแสดงอาการอย่างชัดเจนในการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน แต่เนื่องจากในการทดลองครั้งนี้ธาตุอาหารต่างๆ ดังกล่าวนี้อาจมีการปนเปื้อนมากับทราย ซึ่งเกิดจากการล้างทรายไม่สะอาด หรือมีสะสมอยู่เพียงพอในหัวของปทุมมาอยู่แล้ว จึงไม่แสดงอาการขาดอย่างชัดเจน

ดังนั้นเมื่อจัดลำดับความรุนแรงของการขาดธาตุอาหารพืช สามารถสรุปความรุนแรงได้ดังนี้ คือ ปทุมมาที่ขาดธาตุโพแทสเซียม จะมีอาการรุนแรงมากที่สุด เมื่อดูจากอาการที่เกิดขึ้นและผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของต้น โดยส่วนมากพบว่ามีการเจริญเติบโตต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองอื่นๆ ออกดอกช้าและมีจำนวนดอกต่ำที่สุด ความรุนแรงรองลงมา คือ ปทุมมาที่ขาดธาตุแคลเซียม นอกจากจะเกิดอาการไหม้เป็นจุดและลามทั้งใบแล้ว การเจริญเติบโตของต้นก็ใกล้เคียงกับปทุมมาที่ขาดโพแทสเซียม จำนวนดอกที่ให้น้อยรองลงมาจากต้นที่ขาดโพแทสเซียม ลำดับความรุนแรงต่อมา คือ ปทุมมาที่ขาดธาตุไนโตรเจน ลักษณะเด่นของอาการ คือ การเจริญเติบโตอยู่ในช่วงปานกลาง จำนวนดอกที่ให้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการขาดธาตุโพแทสเซียมและธาตุแคลเซียม ตำรับการทดลองที่เพิ่มโซเดียมคลอไรด์ในสารละลายจะแสดงอาการไหม้ที่ใบ การเจริญเติบโตและจำนวนดอกใกล้เคียงกับการขาดธาตุไนโตรเจน ส่วนการขาดธาตุต่างๆที่ไม่ได้กล่าวซึ่งมีความรุนแรงของการขาดธาตุน้อยที่สุด

ส่วนในปทุมมาที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ระดับความเข้มข้น 0.5 ,1.5 และ 2.5 ms/cm การเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วปทุมมาที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ระดับ 1.5 ms/cm จะไม่แสดงอาการที่ผิดปกติ แต่ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 ms/cm พืชจะมีลักษณะอ่อนแอกว่าปทุมมาที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ระดับ 1.5 ms/cm ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 2.5 ms/cm ใบพืชจะแสดงอาการปลายใบไหม้ ส่วนจำนวนดอกที่ได้จากการให้สารละลายธาตุอาหารทั้ง 3 ระดับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นในการปลูกปทุมมาควรป้องกันการขาดธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และควรควบคุมระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อความต้องการของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.2545. เกษตรที่ดีเหมาะสม สำหรับปทุมมา. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1.

ดิเรก ทองอร่าม. 2547. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. หลักการจัดการการผลิต และเทคโนโลยีการผลิตในประเทศไทย. สาขาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ยงยุทธ โอสถสถา 2543. ธาตุอาหารพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. พิมพ์ครั้งที่ 1

โสระยา ร่วมรังสี. 2544. การผลิตพืชสวนแบบไม่ใช้ดิน. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพมหานคร.

อิทธิสุนทร นันทกิจ และคณะ. เอกสารประกอบการอบรม หลักสูตรการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รุ่นที่ 6,16-18 กุมภาพันธุ์ 2548. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

http://www.aces.uiuc.edu/vista/pdf-pubs/IRONCHL.PDF (Accessed 26 August 2005)

http://www.rac.mju.ac.th (Accessed 20 September 2005)

http://www.doa.go.th/public/plibai/plibai_45/september%2045/patumma1.html (Accessed 20 September 2005)

http://www.doae.go.th/library/html/detail/curcuma/06.htm (Accessed 20 September 2005)

http://ndoae.doae.go.th (Accessed 25 September 2005)

P.V.Nelson, C.E.Niedziela Jr.1997. Effect of calcium source and temperature regime on Cacium deficiency during hydroponic forcing of tulip. Department of Horticultural Science, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-7609, USA.

Kazuo Yoneda, Nobutoshi Suzuki, Isao Hasegawa. Effect of macroelement concentrations on growth, frowering, and nutrient absorption in an *Odontoglossum* hybrid. College of Bioresource Sciences, Nihon University, 1866 Kameino, Fujisawa, Kanagawa 252-8510, Jqapan.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางที่1 แสดงค่าการประเมินการเจริญของต้นปทุมมาด้วยสายตา

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
การเจริญเติบโต	Between Groups	9.814	14	.701	5.854	.000
	Within Groups	3.592	30	.120		
	Total	13.406	44			

การประเมินการเจริญของต้นปทุมมาด้วยสายตา

Duncan

TRT	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
non-K	3	2.9767				
EC0.5	3	3.0133				
non-Ca	3	3.0400				
TP	3	3.0833	3.0833			
NaCl	3	3.0933	3.0933			
non-N	3	3.2767	3.2767			
EC2.5	3	3.4000	3.4000	3.4000		
non-Fe	3	3.4533	3.4533	3.4533		
non-Mn	3	3.4933	3.4933	3.4933		
EC1.5	3		3.7300	3.7300	3.7300	
non-P	3			3.9733	3.9733	3.9733
non-Cu	3			3.9800	3.9800	3.9800
non-Mg	3			3.9967	3.9967	3.9967
non-B	3				4.3000	4.3000
non-Zn	3					4.3867
Sig.		.127	.054	.075	.080	.201

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงผลของค่าการเปรียบเทียบทางสถิติด้านการเจริญเติบโตของต้นปทุมมา

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความสูงลำต้น	Between Groups	6874.931	14	491.067	4.687	.000
	Within Groups	4714.625	45	104.769		
	Total	11589.556	59			
น้ำหนักสดใบ	Between Groups	76483.051	14	5463.075	2.178	.025
	Within Groups	112887.930	45	2508.621		
	Total	189370.982	59			
น้ำหนักแห้งใบ	Between Groups	523.766	14	37.412	3.133	.002
	Within Groups	537.296	45	11.940		
	Total	1061.062	59			
น้ำหนักสดหน่อ	Between Groups	149635.806	14	10688.272	3.987	.000
	Within Groups	120640.889	45	2680.909		
	Total	270276.695	59			
น้ำหนักแห้งหน่อ	Between Groups	23702.086	14	1693.006	1.150	.345
	Within Groups	66271.587	45	1472.702		
	Total	89973.674	59			
น้ำหนักสดราก	Between Groups	2002.882	14	143.063	2.401	.013
	Within Groups	2681.590	45	59.591		
	Total	4684.472	59			
น้ำหนักแห้งราก	Between Groups	482.773	14	34.484	1.016	.455
	Within Groups	1527.649	45	33.948		
	Total	2010.423	59			
น้ำหนักสดรวม	Between Groups	16781265850.461	14	1198661846.462	1.004	.466
	Within Groups	53718596159.739	45	1193746581.328		
	Total	70499862010.201	59			
น้ำหนักแห้งรวม	Between Groups	4506.538	14	321.896	3.783	.000
	Within Groups	3829.044	45	85.090		
	Total	8335.582	59			
จำนวนหน่อ	Between Groups	2018.000	14	144.143	1.550	.132
	Within Groups	4185.250	45	93.006		
	Total	6203.250	59			
ความกว้างดอก	Between Groups	3444.404	14	246.029	1.754	.078
	Within Groups	6311.520	45	140.256		
	Total	9755.924	59			
ความสูงดอก	Between Groups	1007.150	14	71.939	.945	.521
	Within Groups	3424.249	45	76.094		
	Total	4431.399	59			
น้ำหนักดอกสด	Between Groups	589.727	14	42.123	1.169	.330
	Within Groups	1621.037	45	36.023		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Total	2210.764	59			
น้ำหนักแห้งดอก	Between Groups	6.791	14	.485	1.201	.308
	Within Groups	18.177	45	.404		
	Total	24.968	59			
จำนวนดอก	Between Groups	30.333	14	2.167	2.635	.007
	Within Groups	37.000	45	.822		
	Total	67.333	59			

การเปรียบเทียบความสูงของลำต้น

Duncan

TRT	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
3	4	30.5750					
8	4	38.7750	38.7750				
11	4	44.2500	44.2500	44.2500			
13	4	44.7750	44.7750	44.7750			
2	4	45.3500	45.3500	45.3500			
15	4		47.0750	47.0750			
4	4		48.8250	48.8250	48.8250		
12	4		50.5750	50.5750	50.5750		
1	4		53.1250	53.1250	53.1250	53.1250	
14	4		53.1750	53.1750	53.1750	53.1750	
7	4			59.1250	59.1250	59.1250	59.1250
5	4			60.7500	60.7500	60.7500	60.7500
9	4				65.2500	65.2500	65.2500
6	4					67.3250	67.3250
10	4						70.7500
Sig.		.074	.097	.059	.054	.091	.160

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000

การเปรียบเทียบน้ำหนักสดใบ

Duncan

TRT	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
13	4	56.7625			
4	4	62.3125			
3	4	65.8850	65.8850		
1	4	69.4075	69.4075	69.4075	
15	4	73.3250	73.3250	73.3250	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11	4	86.9400	86.9400	86.9400	
14	4	111.8200	111.8200	111.8200	111.8200
6	4	112.1125	112.1125	112.1125	112.1125
12	4	114.2325	114.2325	114.2325	114.2325
10	4	115.4600	115.4600	115.4600	115.4600
8	4	125.4750	125.4750	125.4750	125.4750
9	4	127.1375	127.1375	127.1375	127.1375
5	4		148.6225	148.6225	148.6225
7	4			151.8900	151.8900
2	4				179.7550
Sig.		.103	.054	.055	.110

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

การเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งใบ

Duncan

TRT	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
3	4	8.4175			
4	4	8.4325			
13	4	9.2200	9.2200		
1	4	9.2400	9.2400		
11	4	10.3850	10.3850	10.3850	
15	4	10.7575	10.7575	10.7575	
8	4	12.4350	12.4350	12.4350	12.4350
2	4	13.1750	13.1750	13.1750	13.1750
9	4	14.1500	14.1500	14.1500	14.1500
6	4		14.2375	14.2375	14.2375
14	4		14.4700	14.4700	14.4700
12	4		14.6075	14.6075	14.6075
10	4			15.3350	15.3350
5	4				16.9300
7	4				17.6875
Sig.		.050	.068	.091	.073

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบน้ำหนักสดหน่อ

Duncan

TRT	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
3	4	94.3700				
11	4	108.8800	108.8800			
1	4	125.6225	125.6225	125.6225		
2	4	136.1875	136.1875	136.1875		
13	4	144.7700	144.7700	144.7700		
4	4	154.8975	154.8975	154.8975	154.8975	
15	4	156.3650	156.3650	156.3650	156.3650	
9	4		185.2725	185.2725	185.2725	185.2725
14	4			197.7825	197.7825	197.7825
12	4			198.9825	198.9825	198.9825
5	4			210.4650	210.4650	210.4650
10	4				231.5125	231.5125
8	4				232.5375	232.5375
6	4				237.4625	237.4625
7	4					265.9525
Sig.		.150	.076	.053	.060	.064

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

การเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งหน่อ

Duncan

TRT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1	4	8.2975	
3	4	9.2975	
11	4	11.0450	
15	4	20.0100	
4	4	21.4500	
14	4	22.4000	22.4000
13	4	22.6400	22.6400
12	4	22.9050	22.9050
6	4	25.2075	25.2075
8	4	25.8500	25.8500
5	4	26.1225	26.1225
10	4	28.1725	28.1725

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7	4	30.8500	30.8500
2	4	63.9325	63.9325
9	4		86.2525
Sig.		.096	.051

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

การเปรียบเทียบน้ำหนักสดราก

Duncan

TRT	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
4	4	11.6850			
3	4	13.1875	13.1875		
11	4	15.7600	15.7600	15.7600	
9	4	18.3300	18.3300	18.3300	
15	4	19.8275	19.8275	19.8275	
10	4	20.1275	20.1275	20.1275	
12	4	21.4025	21.4025	21.4025	
14	4	21.7525	21.7525	21.7525	
6	4	22.4325	22.4325	22.4325	22.4325
1	4	24.4500	24.4500	24.4500	24.4500
13	4		24.9150	24.9150	24.9150
8	4		26.1625	26.1625	26.1625
5	4			27.5425	27.5425
7	4			27.5750	27.5750
2	4				34.7200
Sig.		.053	.050	.076	.055

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

การเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งราก

Duncan

TRT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
4	4	.4625	
6	4	.5050	
12	4	.6300	
15	4	.6825	
10	4	.7850	
5	4	.7925	
14	4	.8375	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7	4	.8875	
3	4	.9575	
13	4	1.2350	
11	4	1.5225	
2	4	1.8675	
8	4	1.9550	
1	4	4.2175	4.2175
9	4		12.0075
Sig.		.453	.065

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

การเปรียบเทียบน้ำหนักสดรวม

Duncan

TRT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
3	4	172.6925	
11	4	211.5800	
1	4	219.4750	
13	4	226.5525	
4	4	228.8950	
15	4	249.5175	
14	4	331.3550	
12	4	334.6175	
10	4	367.1000	
6	4	372.0075	
8	4	384.1750	
5	4	386.6175	
2	4	390.4525	
7	4	445.4150	
9	4		67352.4450
Sig.		.993	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

การเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งรวม

Duncan

TRT	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
3	4	18.7400		
1	4	21.7550		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11	4	22.9525		
4	4	30.3450	30.3450	
15	4	31.4500	31.4500	
13	4	32.9600	32.9600	
14	4		37.8575	37.8575
12	4		38.2925	38.2925
2	4		39.1850	39.1850
6	4		39.9500	39.9500
8	4		40.2400	40.2400
9	4		41.8175	41.8175
5	4		43.8450	43.8450
10	4		44.2925	44.2925
7	4			49.4250
Sig.		.060	.078	.139

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

จำนวนหน่อ

Duncan

TRT	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
3	4	20.2500		
4	4	22.0000	22.0000	
13	4	23.5000	23.5000	
11	4	26.2500	26.2500	26.2500
15	4	27.2500	27.2500	27.2500
14	4	28.0000	28.0000	28.0000
1	4	28.2500	28.2500	28.2500
2	4	29.5000	29.5000	29.5000
9	4	31.7500	31.7500	31.7500
8	4	34.0000	34.0000	34.0000
12	4	34.0000	34.0000	34.0000
7	4	34.5000	34.5000	34.5000
6	4	35.2500	35.2500	35.2500
10	4		37.7500	37.7500
5	4			41.5000
Sig.		.073	.060	.067

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบความกว้างดอก

Duncan

TRT	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
3	4	15.88450		
15	4	26.39725	26.39725	
6	4	29.84333	29.84333	
7	4	30.35025	30.35025	30.35025
12	4	30.65350	30.65350	30.65350
11	4	31.14400	31.14400	31.14400
2	4	31.35650	31.35650	31.35650
10	4	31.73150	31.73150	31.73150
8	4	31.76875	31.76875	31.76875
5	4	31.95050	31.95050	31.95050
14	4		37.45118	37.45118
9	4		38.03518	38.03518
4	4		41.80450	41.80450
13	4		41.92125	41.92125
1	4			50.06875
Sig.		.112	.130	.054

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

การเปรียบเทียบความสูงดอก

Duncan

TRT	N	Subset for alpha = .05
		1
15	4	66.0313
3	4	67.3250
7	4	68.1175
11	4	68.6675
10	4	72.0725
5	4	72.7000
13	4	72.9750
12	4	73.4600
14	4	74.7075
6	4	75.4700
9	4	76.1175
8	4	76.6675
2	4	76.7125
4	4	79.0375

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1	4	79.8125
Sig.		.070

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

การเปรียบเทียบน้ำหนักดอกสด

Duncan

TRT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
15	4	13.6300	
11	4	14.9475	
3	4	15.0550	
7	4	15.2850	
10	4	15.5150	
12	4	16.3775	16.3775
2	4	16.5900	16.5900
5	4	17.0200	17.0200
9	4	19.2825	19.2825
6	4	19.3050	19.3050
13	4	19.5775	19.5775
14	4	20.0050	20.0050
4	4	20.4625	20.4625
8	4	20.4900	20.4900
1	4		26.3125
Sig.		.187	.052

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

การเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งดอก

Duncan

TRT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
3	4	1.4075	
11	4	1.5150	1.5150
7	4	1.5250	1.5250
15	4	1.5650	1.5650
2	4	1.5975	1.5975
10	4	1.7250	1.7250
12	4	1.7800	1.7800
5	4	1.7950	1.7950
9	4	1.8100	1.8100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8	4	1.9325	1.9325
6	4	1.9650	1.9650
4	4	2.0500	2.0500
13	4	2.1750	2.1750
1	4		2.5125
14	4		2.5650
Sig.		.163	.058

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

การเปรียบเทียบจำนวนดอก

Duncan

TRT	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
K	4	1.2500			
Ca	4	1.5000	1.5000		
N	4	2.0000	2.0000	2.0000	
EC 0.5	4	2.0000	2.0000	2.0000	
+NaCl	4	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000
+TPS	4	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000
EC 2.5	4	2.5000	2.5000	2.5000	2.5000
P	4		2.7500	2.7500	2.7500
Cu	4		3.0000	3.0000	3.0000
Fe	4		3.0000	3.0000	3.0000
EC 1.5	4		3.0000	3.0000	3.0000
Mg	4			3.2500	3.2500
Mn	4			3.5000	3.5000
B	4			3.5000	3.5000
Zn	4				3.7500
Sig.		.098	.053	.055	.108

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงผลของค่าการเปรียบเทียบทางสถิติปริมาณธาตุอาหารในใบของต้นปทุมมา

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
P	Between Groups	.307	14	2.192E-02	6.307	.000
	Within Groups	.156	45	3.476E-03		
	Total	.463	59			
Ca	Between Groups	5.872	14	.419	2.008	.039
	Within Groups	9.400	45	.209		
	Total	15.271	59			
Mn	Between Groups	1.927E-02	14	1.377E-03	10.752	.000
	Within Groups	5.761E-03	45	1.280E-04		
	Total	2.503E-02	59			
Cu	Between Groups	2.833E-07	14	2.024E-08	1.770	.075
	Within Groups	5.147E-07	45	1.144E-08		
	Total	7.980E-07	59			
K	Between Groups	68.408	14	4.886	4.224	.000
	Within Groups	52.052	45	1.157		
	Total	120.460	59			
Fe	Between Groups	1.718E-04	14	1.227E-05	1.890	.054
	Within Groups	2.923E-04	45	6.495E-06		
	Total	4.641E-04	59			
Mg	Between Groups	.648	14	4.631E-02	5.492	.000
	Within Groups	.379	45	8.432E-03		
	Total	1.028	59			
Zn	Between Groups	9.076E-04	14	6.483E-05	1.083	.398
	Within Groups	2.694E-03	45	5.987E-05		
	Total	3.602E-03	59			
Na	Between Groups	8.599	14	.614	1.452	.169
	Within Groups	19.035	45	.423		
	Total	27.634	59			
N	Between Groups	5.824	14	.416	11.331	.000
	Within Groups	1.652	45	3.671E-02		
	Total	7.476	59			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ธาตุ P

Duncan

	N	Subset for alpha = .05					
TRT		1	2	3	4	5	6
2	4	.144400					
11	4		.242125				
13	4		.258725	.258725			
10	4		.260300	.260300			
14	4		.295100	.295100	.295100		
7	4		.323350	.323350	.323350	.323350	
9	4		.336475	.336475	.336475	.336475	
8	4		.337250	.337250	.337250	.337250	
15	4			.341475	.341475	.341475	
6	4			.355050	.355050	.355050	
5	4				.357500	.357500	
12	4				.363475	.363475	.363475
4	4				.364700	.364700	.364700
3	4					.399775	.399775
1	4						.454325
Sig.		1.000	.052	.052	.164	.126	.051

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ธาตุ Ca

Duncan

	N	Subset for alpha = .05		
TRT		1	2	3
4	4	2.387575		
9	4	2.635500	2.635500	
12	4	2.639100	2.639100	
11	4	2.664500	2.664500	
2	4	2.837375	2.837375	
15	4	2.881225	2.881225	
7	4	2.991550	2.991550	2.991550
5	4	3.034125	3.034125	3.034125
1	4	3.060725	3.060725	3.060725
8	4	3.090950	3.090950	3.090950
6	4	3.099975	3.099975	3.099975
14	4	3.105175	3.105175	3.105175

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3	4		3.176475	3.176475
10	4		3.280700	3.280700
13	4			3.736200
Sig.		.069	.103	.054

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ธาตุ Mn

Duncan

	N	Subset for alpha = .05		
TRT		1	2	3
2	4	8.53413E-03		
10	4	8.68557E-03		
11	4	8.89310E-03		
13	4	9.09603E-03		
6	4	1.09675E-02	1.09675E-02	
12	4	1.14800E-02	1.14800E-02	
7	4	1.36056E-02	1.36056E-02	
9	4	1.44570E-02	1.44570E-02	
8	4	1.50698E-02	1.50698E-02	
5	4	2.20500E-02	2.20500E-02	
15	4	2.36000E-02	2.36000E-02	
1	4	2.41696E-02	2.41696E-02	
14	4		2.85000E-02	
4	4			5.67000E-02
3	4			7.16000E-02
Sig.		.109	.068	.069

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ธาตุ Cu

Duncan

	N	Subset for alpha = .05		
TRT		1	2	3
10	4	2.6160250E-04		
7	4	2.7536250E-04		
9	4	2.8399000E-04	2.8399000E-04	
13	4	2.8515000E-04	2.8515000E-04	
11	4	2.9155000E-04	2.9155000E-04	
5	4	2.9536000E-04	2.9536000E-04	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6	4	3.0528000E-04	3.0528000E-04	
15	4	3.1863000E-04	3.1863000E-04	3.1863000E-04
14	4	3.2559750E-04	3.2559750E-04	3.2559750E-04
8	4	3.6822500E-04	3.6822500E-04	3.6822500E-04
12	4	3.8103500E-04	3.8103500E-04	3.8103500E-04
1	4	4.0029500E-04	4.0029500E-04	4.0029500E-04
2	4	4.2877000E-04	4.2877000E-04	4.2877000E-04
4	4		4.5794500E-04	4.5794500E-04
3	4			4.8318750E-04
Sig.		.071	.060	.067

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ธาตุ K

Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
TRT		1	2	3	4	5
13	4	1.902825				
3	4	1.968325	1.968325			
10	4	2.071575	2.071575	2.071575		
8	4	3.236725	3.236725	3.236725	3.236725	
11	4		3.608850	3.608850	3.608850	3.608850
12	4			3.736500	3.736500	3.736500
14	4			3.740875	3.740875	3.740875
4	4				3.845825	3.845825
9	4				4.052350	4.052350
7	4				4.161075	4.161075
6	4				4.282250	4.282250
2	4				4.479375	4.479375
5	4				4.742025	4.742025
15	4					5.377725
1	4					5.394575
Sig.		.116	.053	.054	.101	.053

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ธาตุ Fe

Duncan

	N	Subset for alpha = .05			
TRT		1	2	3	4
11	4	1.01000E-02			
1	4	1.10875E-02	1.10875E-02		
13	4	1.12750E-02	1.12750E-02		
9	4	1.16250E-02	1.16250E-02	1.16250E-02	
7	4	1.19500E-02	1.19500E-02	1.19500E-02	
14	4	1.21250E-02	1.21250E-02	1.21250E-02	1.21250E-02
6	4	1.27500E-02	1.27500E-02	1.27500E-02	1.27500E-02
8	4	1.29500E-02	1.29500E-02	1.29500E-02	1.29500E-02
10	4	1.32750E-02	1.32750E-02	1.32750E-02	1.32750E-02
15	4	1.33500E-02	1.33500E-02	1.33500E-02	1.33500E-02
4	4	1.38250E-02	1.38250E-02	1.38250E-02	1.38250E-02
12	4	1.39750E-02	1.39750E-02	1.39750E-02	1.39750E-02
3	4		1.51500E-02	1.51500E-02	1.51500E-02
5	4			1.56000E-02	1.56000E-02
2	4				1.63000E-02
Sig.		.078	.065	.069	.055

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ธาตุ Mg

Duncan

	N	Subset for alpha = .05			
TRT		1	2	3	4
5	4	.141475			
9	4	.143200			
14	4	.164075	.164075		
15	4	.204300	.204300	.204300	
10	4	.224600	.224600	.224600	
12	4	.229175	.229175	.229175	
2	4	.236825	.236825	.236825	
6	4	.242175	.242175	.242175	
8	4	.242500	.242500	.242500	
4	4	.253975	.253975	.253975	
7	4	.258300	.258300	.258300	
11	4	.274150	.274150	.274150	
1	4		.301300	.301300	
13	4			.357575	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3	4				.587650
Sig.		.094	.082	.052	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ธาตุ Zn

Duncan

	N	Subset for alpha = .05	
TRT		1	2
10	4	5.82500E-03	
9	4	6.67500E-03	
5	4	6.82500E-03	
7	4	7.05000E-03	
1	4	7.27500E-03	
15	4	7.27500E-03	
8	4	7.37500E-03	
6	4	7.37500E-03	
14	4	7.45000E-03	
4	4	7.60000E-03	
13	4	8.15000E-03	
12	4	8.35000E-03	
2	4	8.87500E-03	
3	4	1.00000E-02	
11	4		2.27000E-02
Sig.		.530	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ธาตุ Na

Duncan

	N	Subset for alpha = .05		
TRT		1	2	3
13	4	.531950		
1	4	.611225	.611225	
14	4	.890500	.890500	.890500
3	4	.985575	.985575	.985575
2	4	1.025275	1.025275	1.025275
10	4	1.034550	1.034550	1.034550
15	4	1.275550	1.275550	1.275550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11	4	1.278500	1.278500	1.278500
12	4	1.341175	1.341175	1.341175
9	4	1.467125	1.467125	1.467125
4	4	1.483350	1.483350	1.483350
7	4	1.511425	1.511425	1.511425
8	4		1.707100	1.707100
6	4			1.738425
5	4			1.800525
Sig.		.081	.051	.106

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ธาตุ N

Duncan

	N	Subset for alpha = .05			
TRT		1	2	3	4
1	4	4.43750E-02			
11	4		.528400		
13	4		.531725		
14	4		.569225		
10	4			.898050	
12	4			.958925	.958925
6	4			1.001300	1.001300
8	4			1.027100	1.027100
7	4			1.056525	1.056525
3	4			1.056550	1.056550
2	4			1.063250	1.063250
5	4			1.065275	1.065275
9	4			1.077925	1.077925
4	4			1.148700	1.148700
15	4				1.243325
Sig.		1.000	.779	.125	.082

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงค่า pH และค่า EC ของสารละลายที่ระบายออกมาในเวลา 16 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	ตำรับการทดลอง	pH	EC	สัปดาห์ที่	ตำรับการทดลอง	pH	EC
1	N	6.61	2	1	P	7.18	1.9
2		6.56	3.5	2		7.07	4.2
3		6.59	2.8	3		7.13	3.1
4		6.58	3.2	4		7.09	3.6
5		7.25	0.7	5		7.17	0.7
6		7.44	3.5	6		7.61	3.7
7		7.3	1.7	7		7.72	1.8
8		7.6	1.4	8		7.92	1.4
9		7.17	1.6	9		7.78	1.3
10		6.73	1.6	10		7.54	1.3
11		6.67	2.4	11		7.66	1.7
12		6.71	2.1	12		7.65	1.9
13		6.76	2.1	13		7.61	1.9
14		6.81	2.3	14		7.57	2.4
15		6.85	2.9	15		7.45	2.9

สัปดาห์ที่	ตำรับการทดลอง	pH	EC	สัปดาห์ที่	ตำรับการทดลอง	pH	EC
1	K	4.98	1.9	1	Ca	5.26	1.9
2		4.12	2.9	2		6.07	3.3
3		4.55	2.5	3		5.66	2.6
4		4.33	2.8	4		5.87	2.9
5		7.19	0.7	5		7.18	0.7
6		7.65	3.6	6		7.46	3.3
7		7.34	1.8	7		7.3	1.5
8		7.34	1.3	8		7.32	1.3
9		6.34	1.7	9		6.38	1.4
10		5.33	1.5	10		5.43	1.2
11		5.69	2.1	11		5.34	1.8
12		5.52	1.9	12		5.39	1.8
13		5.41	1.9	13		5.39	1.9
14		5.31	2	14		4.96	1.9
15		6.07	2.4	15		4.31	2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่	ตำรับการทดลอง	pH	EC	สัปดาห์ที่	ตำรับการทดลอง	pH	EC
1	Mg	6.31	2.3	1	Mn	6.5	2.5
2		6.2	3.7	2		6.38	3.6
3		6.26	2.9	3		6.44	3.1
4		6.22	3.4	4		6.42	3.4
5		7.17	0.7	5		7.13	0.7
6		7.25	3.5	6		7.13	3.6
7		6.95	1.6	7		6.94	1.6
8		7.09	1.5	8		6.91	1.5
9		6.81	1.7	9		6.93	1.6
10		6.53	1.3	10		6.96	1.2
11		6.11	1.9	11		6.61	2.4
12		6.22	2.3	12		6.79	2.9
13		6.3	2.3	13		6.69	2.7
14		6.37	3	14		6.88	3.3
15		6.33	3.6	15		6.63	2.9

สัปดาห์ที่	ตำรับการทดลอง	pH	EC	สัปดาห์ที่	ตำรับการทดลอง	pH	EC
1	Zn	6.29	2.2	1	Cu	4.92	2.3
2		6.39	3.8	2		3.57	2.5
3		6.35	2.9	3		4.25	2.9
4		6.36	3.4	4		3.91	3.2
5		7.02	0.7	5		7.24	0.7
6		7.21	3.6	6		7.5	3.7
7		6.96	1.5	7		7.66	1.5
8		7.14	1.4	8		7.46	1.2
9		6.89	1.4	9		7.26	1.8
10		6.65	1.2	10		7.05	1.4
11		7.22	2.1	11		7.16	2.3
12		6.94	2.2	12		7.1	2.2
13		6.8	2.3	13		7.13	2.3
14		6.67	2.7	14		7.14	2.6
15		6.49	3.1	15		7.09	2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่	ตำรับการทดลอง	pH	EC	สัปดาห์ที่	ตำรับการทดลอง	pH	EC
1	B	6.28	2.7	1	Fe	6.93	2.9
2		5.75	4.7	2		6.82	4.8
3		6.02	3.7	3		6.85	4.2
4		5.89	4.2	4		6.83	4.5
5		7.29	0.7	5		7.14	0.8
6		7.19	3.2	6		7.17	3.5
7		6.93	1.5	7		6.95	1.9
8		6.82	0.7	8		6.74	1.5
9		6.61	1.5	9		6.71	1.7
10		6.39	1.8	10		6.71	1.5
11		5.99	2.9	11		6.99	2.8
12		6.19	3.5	12		6.85	3
13		6.23	2.7	13		6.98	3
14		6.26	3	14		7.24	3.5
15		6.29	3.1	15		7.33	3.8

สัปดาห์ที่	ตำรับการทดลอง	pH	EC	สัปดาห์ที่	ตำรับการทดลอง	pH	EC
1	NaCl	6.46	2.1	1	TP	5.77	1.8
2		7.46	6.3	2		4.73	3.4
3		6.99	4.2	3		5.25	2.8
4		7.23	5.2	4		4.99	3.1
5		7.04	0.7	5		6.62	0.7
6		7.35	3.6	6		6.55	3.4
7		7.19	1.7	7		6.46	1.5
8		7.27	6.3	8		6.69	0.9
9		7.09	1.7	9		6.7	1.6
10		6.9	1.4	10		6.75	1.4
11		7.58	2.5	11		6.41	1.9
12		7.24	2.1	12		6.58	1.8
13		7.26	2.1	13		6.66	1.9
14		7.27	2.3	14		6.75	1.9
15		6.66	3.3	15		6.54	2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่	ตำรับการทดลอง	pH	EC	สัปดาห์ที่	ตำรับการทดลอง	pH	EC
1	EC 0.5 ms/cm	7.27	0.9	1	EC 1.5ms/cm	6.2	2.3
2		7.08	0.9	2		5.87	4.2
3		6.9	0.9	3		6.04	2.8
4		6.99	0.9	4		5.95	3.5
5		7.27	0.7	5		7.16	0.7
6		7.4	3.6	6		7.32	3.6
7		7.27	1.8	7		7.33	1.7
8		7.57	1.5	8		7.69	1.3
9		7.49	1.2	9		7.47	1.5
10		7.39	0.8	10		7.25	1.7
11		7.58	1.1	11		6.8	2.8
12		7.28	0.8	12		7.02	2.2
13		7.43	0.9	13		6.58	2.7
14		7.62	0.9	14		6.54	2.6
15		7.58	1.2	15		7.05	2.4

สัปดาห์ที่	ตำรับการทดลอง	pH	EC
1	EC 2.5ms/cm	5.2	3.2
2		5.49	6.3
3		5.1	4.3
4		5.29	5.3
5		7.19	0.7
6		7.5	3.6
7		7.76	1.6
		8.05	1.3
9		7.31	2.2
10		6.57	1.9
11		6.57	2.6
12		6.57	3
13		6.54	3.2
14		6.57	3.5
15		6.55	4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้