รายงานการวิจัย

การจัดการธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มคุณภาพของพรรณไม้น้ำกลุ่มอเมซอน เพื่อการส่งออกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

Nutrients Management for Increase Quality of Export Amazon (*Echinodorus* sp.) by Hydroponics

โดย

นายสมเกียรติ สีสนอง

นายอิทธิสุนทร นันทกิจ

นางนงนุช เลาหวิสุทธิ์

RCH
QK
867
ส232ก

สขหมู่.....
เลขทะเบียน.....115868
วัน,เดือน,ปี.....4 ส.ค. 2554

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2552

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

b.....1229851?.....
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	a
สารบัญตาราง	b
สารบัญภาพ	c
บทคัดย่อ	1
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	6
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	6
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	8
สรุปผลการทดลอง	16
เอกสารอ้างอิง	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดการทดลองที่ 1	8
2	ความยาวใบของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ (cm)	8
3	ความกว้างใบของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ (cm)	9
4	ความสูงต้นของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ (cm) การทดลองที่ 1	9
5	น้ำหนักแห้งของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ (g) การทดลองที่ 1	10
6	ปริมาณธาตุอาหารหลักที่สะสมในต้นพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ การทดลองที่ 1	10
7	ปริมาณจุลธาตุอาหารที่สะสมในต้นพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ การทดลองที่ 1	12
8	อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดการทดลองที่ 2	12
9	ความยาวใบของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ (cm) การทดลองที่ 2	13
10	ความกว้างใบของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ (cm) การทดลองที่ 2	13
11	จำนวนใบของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ การทดลองที่ 2	14
12	ความสูงต้นของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ (cm) การทดลองที่ 2	14
13	น้ำหนักแห้งของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ (g) การทดลองที่ 2	15
14	ปริมาณธาตุอาหารพืชในพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ การทดลองที่ 2	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	พรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดการธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มคุณภาพของพรรณไม้น้ำกลุ่มอเมซอน เพื่อการส่งออกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

Nutrients Management for Increase Quality of Export Amazon (*Echinodorus* sp.) by Hydroponics

บทคัดย่อ

พรรณไม้น้ำใช้ในการประดับตู้ปลาและตู้พรรณไม้น้ำ จัดเป็นผลิตผลการเกษตรที่มีความต้องการของตลาด ซึ่งพรรณไม้น้ำสกุล *Echinodorus* sp. มีชื่อไทยว่า อเมซอน จัดอยู่ในวงศ์ Alismataceae เป็นพรรณไม้น้ำที่มีความสำคัญ ความต้องการคุณภาพของพรรณไม้น้ำมีลักษณะจำเพาะในแต่ละชนิด ดังนั้นการศึกษาการจัดการธาตุอาหารจึงมีความจำเป็นต่อปริมาณและคุณภาพของพรรณไม้น้ำที่ต้องการ ผลของระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (EC) ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ ในการปลูกโดยไม่ใช้ดินโดยระบบ DFT เป็นเวลา 7 สัปดาห์ พบว่าที่ระดับ EC 1.75 mS/cm มีความกว้างใบ ความยาวใบ ความสูงต้น และจำนวนใบมากที่สุด รองลงมาคือ ตำหรับที่ระดับ EC 2.00, 1.25 และ EC 1.50 mS/cm ตามลำดับ ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ พบว่า ตำหรับที่ระดับ EC 1.75 mS/cm มีปริมาณฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมงกานีสมากที่สุด ส่วนที่ระดับ EC 2.00 mS/cm มีธาตุอาหารหลักสะสมน้อยที่สุด

ผลของแคลเซียมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ที่ปลูกในระบบปลูกพืชไร้ดินโดยปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีแคลเซียม 4 ระดับ คือ 1.55, 3.10 (ชุดควบคุม), 4.65 และ 6.20 mM เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าต้นอเมซอนที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีแคลเซียม 4.65 mM มีความสูงต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ ความหนาใบ จำนวนใบ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยต้นอเมซอนมาร์ตี้มีความสูงต้นเท่ากับ 17.56 เซนติเมตร ความยาวใบเท่ากับ 13.03 เซนติเมตร ความกว้างใบเท่ากับ 3.24 เซนติเมตร จำนวนใบเท่ากับ 17.13 ใบต่อต้น และความหนาใบเท่ากับ 1.13 มิลลิเมตร แต่น้ำหนักแห้งเมื่อสิ้นสุดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในต้นอเมซอนมาร์ตี้ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีแคลเซียมต่างกัน 4 ระดับ พบว่าปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในต้นอเมซอนมาร์ตี้มีปริมาณไนโตรเจนและแคลเซียม มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และแมงกานีสไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

คำสำคัญ : พรรณไม้น้ำ อเมซอนมาร์ตี้ แคลเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

The objective of this research is to study the effect of fertilizer concentrations and calcium on vegetative growth of Amazon martii (*Echinodorus martii*) was grown in Deep Flow Technique (DFT). First experiment Amazon martii was transplanted to the DFT and applied fertilizer in four levels: 1.25, 1.50, 1.75 and 2.0 mS/cm. After 7 weeks, the highest of plant high, width and length of leaf and number of leaf were found on fertilizer level 1.75 mS/cm (13.12, 3.57 10.83 cm and 11.00 leaves/plant) followed by 2.00, 1.25, and 1.50 mS/cm respectively. Meanwhile, the highest of plant nutrients contents was found on 1.75 mS/cm.

Second experiment nutrient solutions containing four different concentrations of calcium including 1.55, 3.10 (control), 4.65 and 6.20 mM were used to grow Amazon martii for 8 weeks. At the end of the experiment, it was found that the growth of the plant grown with nutrient solution containing 4.65 mM of calcium was higher than that of other treatment groups. The growth parameters of the plant were measured including plant height (13.03 cm), leaf length (17.56 cm), leaf width (3.24 cm), leaf thickness (1.13 mm) and number of leaves (18.00 leaves/plant). However, no significant difference in mea dry weight was observed among all treatment groups. Mineral compositions in plant were also analyzed at the end of the experiment. There was significant difference in N and Ca contents but not in P, K, Mg, Fe and Mn contents.

Keywords: Aquatic Plant, *Echinodorus martii*, Calcium

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำนำ

ปัจจุบันพรรณไม้น้ำที่ใช้ประดับตู้ปลาและตู้พรรณไม้น้ำจัดเป็นสินค้าส่งออกควบคู่กับปลาสวยงาม ในปีหนึ่งๆ มีมูลค่าการส่งออกนับร้อยล้านบาท และมีแนวโน้มที่จะขยายตัวได้อีกมาก ซึ่งพรรณไม้น้ำสกุล *Echinodorus* sp. มีชื่อไทยว่า อเมซอน จัดอยู่ในวงศ์ Alismataceae เป็นพรรณไม้น้ำที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง นอกจากจะใช้ตบแต่งตู้แล้ว พรรณไม้น้ำยังมีประโยชน์แก่ปลาด้วย โดยพรรณไม้น้ำมีการสังเคราะห์แสงให้ออกซิเจน ซึ่งปลานำไปใช้ในการหายใจ และยังช่วยกำจัดของเสียที่ขับถ่ายจากตัวปลาโดยนำไปเป็นปุ๋ยเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ เนื่องจากอเมซอนเป็นพืชครึ่งบกครึ่งน้ำทำให้สามารถเจริญเติบโตได้ดีทั้งบนบกและใต้น้ำ ในการเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำเพื่อการส่งออกนั้น เกษตรกรทำการเพาะเลี้ยงหลากหลายรูปแบบ คือ แบบดั่งเดิม เป็นการสร้างบ่อซีเมนต์มีวัสดุปลูกเป็นดิน ต้นไม้ที่ได้จะได้รับความเสียหายในการเก็บเกี่ยวได้จากการอัดตัวแน่นของดิน หรืออาจมีโรคที่ติดมากับดินได้ การเพาะเลี้ยงแบบกึ่งพัฒนาจะเปลี่ยนวัสดุปลูกจากดินเป็นกรวดขนาด 2-3 มิลลิเมตร มีระบบหมุนเวียนน้ำและให้ปุ๋ยเป็นเวลา ส่วนแบบที่มีความทันสมัยที่สุดเป็นการปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เป็นการปลูกพรรณไม้น้ำลงบนสารละลายธาตุอาหารพืช โดยรากของพรรณไม้น้ำสัมผัสกับสารอาหารโดยตรง แต่ในการเจริญเติบโตของพืชนั้นมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง ธาตุอาหารพืชก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่สุดที่มนุษย์สามารถควบคุมได้

การส่งออกพรรณไม้น้ำในกลุ่มอเมซอนจะส่งออกทั้งที่เป็นไม้ใต้น้ำ และเป็นไม้บก แต่ส่วนใหญ่เป็นการส่งออกในรูปของไม้บก ซึ่งปัญหาที่สำคัญที่ทำให้คุณภาพของพรรณไม้ไม่ได้ตามความต้องการของตลาด จะเกิดจากสาเหตุทั้งที่มาจากเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยง คือ ไม่สามารถผลิตได้ตามข้อกำหนดคุณภาพของผู้ส่งออก และปัญหาที่มาจากการส่งออกเอง ไม่ว่าจะเป็นสภาพระหว่างการขนส่ง หรือระหว่างการเก็บรักษา เพื่อรอการจำหน่าย ซึ่งถ้าหากเกษตรกรสามารถผลิตต้นไม้ให้มีคุณภาพสูงทั้งด้านความแข็งแรงของต้นไม้ซึ่งเป็นที่ต้องการมากของตลาด และปริมาณการผลิตจะทำให้โอกาสในการขยายตลาดของพรรณไม้กลุ่มนี้เป็นไปได้สูง

ดังนั้นการศึกษาการจัดการธาตุอาหารพืชในด้านปริมาณและชนิดของธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่เพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำ ที่จะนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตพรรณไม้น้ำ ให้ได้ต้นที่มีความแข็งแรงและปริมาณที่เพียงพอ

ปริมาณของธาตุอาหารพืชในสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในการปลูกพืชในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีสูตรสำเร็จที่ใช้กับพืชทั่วๆ ไปมีมากมายหลายสูตร แต่ยังไม่มีสูตรที่คิดหรือทดลองใช้กับพรรณไม้น้ำกลุ่มอเมซอนโดยเฉพาะ ทำให้ในการผลิตพรรณไม้น้ำได้คุณภาพไม่เป็นไปตามความต้องการของตลาด ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการทดลองเพื่อหาสัดส่วนของธาตุอาหารพืชแต่ละชนิด ในสัดส่วนที่ทำให้ได้คุณภาพของพรรณไม้น้ำกลุ่มอเมซอนที่เป็นที่ต้องการของตลาด คือมีใบแข็งและหนา ไม่อ่อน ขนาดของใบสมส่วนกับขนาดของต้น รูปทรงของต้นหีบห่อง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันพรรณไม้น้ำสวยงามชนิดต่างๆ มีความสำคัญอย่างยิ่งและเป็นที่นิยมนำมาจัดตู้ปลาสวยงาม หรือตู้พรรณไม้น้ำเป็นอย่างมากทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศทั้งยังเป็นสินค้าส่งออกที่นำรายได้เข้าประเทศปีละกว่าร้อยล้านบาท และยังมีแนวโน้มที่จะขยายตัวได้อีกมากในอนาคต (มณีรัตน์, 2545) นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำสูง เพราะมีสภาพภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม รวมทั้งมีชนิดของพรรณไม้น้ำที่หลากหลายและยังสามารถเพาะเลี้ยงเพื่อจำหน่ายได้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ (วันเพ็ญ และกาญจนรี, 2543) พรรณไม้น้ำกลุ่มอเมซอน *Echinodorus* sp. มีชื่อสามัญว่า Burhead หรือ อเมซอน เป็นพรรณไม้น้ำสวยงามอีกชนิดหนึ่งที่มีสีสันสวยงาม (Unnikirishnan, 2002) นิยมใช้ประดับตกแต่งในตู้ปลา และตู้พรรณไม้น้ำเป็นอันดับต้นๆ มักปลูกไว้บริเวณกลางตู้ หรือเป็นฉากหลังของตู้ และมีความทนทานสามารถปลูกประดับอยู่ในตู้ได้นานหลายเดือน ซึ่งจากลักษณะเด่นดังกล่าวเหล่านี้เองทำให้อเมซอนกลุ่มนี้เป็นที่นิยมและมีความต้องการสูง อเมซอนมาร์ตี้ (Echinodorus martii) มีชื่อสามัญว่า Ruffled Amazon Sword พรรณไม้น้ำสกุลนี้จัดอยู่ในวงศ์ Alismataceae แต่พันธุ์นี้ใบจะเป็นแถบยาว ปลายเรียวมน สีเขียวอ่อนจนดูเหมือนใส มองเห็นเส้นใบชัดเจน ขอบใบมีลักษณะเป็นคลื่น ความยาวใบประมาณ 20-40 เซนติเมตร ความกว้างใบ 2.5-7.5 เซนติเมตร ก้านใบสั้นมาก แตกจากเหง้าแผ่เป็นกอใหญ่ โตเต็มที่อาจสูงถึง 50 เซนติเมตร ซึ่งในธรรมชาติ อเมซอนส่วนใหญ่จะอยู่ในสภาพครึ่งบกครึ่งน้ำหรืออยู่ในที่ชื้นแฉะ จะมีก้านช่อดอกยื่นยาวออกมาจากโคนต้น และมีดอกสีขาว การขยายพันธุ์จะใช้วิธีตัดต้นอ่อนบนก้านช่อดอกไปปลูกในแปลงดินปนทรายที่ชื้นแฉะ (วันเพ็ญ และกาญจนรี, 2543) อุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 20-25 องศาเซลเซียส และความเป็นกรดเป็นด่าง 6.5-7.2 (Horeman, 1977 ; Unnikrishnan, 2002) เป็นพรรณไม้น้ำที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากในปัจจุบันมีการจัดตู้ปลา และได้มีการนำเข้าพรรณไม้น้ำชนิดต่างๆ มาใช้ประดับตกแต่งตู้ปลา นอกจากจะทำให้ตู้ปลาดูสวยงามยิ่งขึ้นแล้ว พรรณไม้น้ำยังมีประโยชน์แก่ปลาด้วย โดยพรรณไม้น้ำมีการสังเคราะห์แสงให้ออกซิเจน ซึ่งปลานำไปใช้ในการหายใจ และยังช่วยกำจัดของเสียที่ขับถ่ายจากตัวปลาโดยนำไปเป็นปุ๋ยเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ (นงนุช, 2549)

ระบบการปลูกพรรณไม้น้ำแบบไร้ดินมีหลายระบบ ได้แก่ ระบบปลูกทรายหยาบ (Coarse sand culture) ระบบ Nutrient film technique (NFT) ระบบ Deep flow techniques (DFT) และระบบปลูกโฟม (Floating system) (นงนุช, 2547) จากการทดลองเกี่ยวกับระบบที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne balansae*) พบว่าใบพายเขาใหญ่เจริญเติบโตดีที่สุดในระบบ Deep flow techniques (มณีรัตน์ และคณะ, 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1 : พรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้

ธาตุอาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ หากธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพรรณไม้น้ำไม่เพียงพอ พรรณไม้น้ำก็ไม่เจริญเติบโต หรือแสดงอาการผิดปกติ และไม่อาจดำรงชีวิตอยู่ได้เมื่อขาดธาตุนั้น (Hewitt and Smith, 1974) มีธาตุอาหารหลายชนิดที่พรรณไม้น้ำต้องการเพียงเล็กน้อย แต่ขาดไม่ได้ เช่น การทดลองฉีดพ่นกรดโมลิบดิกเข้มข้น 1 ppm ที่ใบพืช ซึ่งขาดโมลิบดินัมเพื่อให้พืชดูดทางใบ จะทำให้กลับปกติได้ (Arnon and Stout, 1939) ซึ่งเรื่องของสารละลายธาตุอาหารถือว่าเป็นหัวใจสำคัญสำหรับการปลูกพืช นอกจากนี้ยังรวมถึงคุณสมบัติของน้ำบางชนิดปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ เช่น ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหารที่นำมาใช้ปลูกพืช (อิทธิสุนทร, 2538; ดิเรก, 2546)

ดังนั้นการศึกษาเพื่อทราบถึงอัตราส่วนของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย (EC) และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ที่เหมาะสมซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของกลุ่มอเมซอน จึงเป็นประเด็นสำคัญในการเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำชนิดนี้ให้ประสบผลสำเร็จอย่างแท้จริง และสามารถส่งเสริมอาชีพเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำของเกษตรกรไทยอย่างถูกวิธี ตลอดจนธุรกิจการส่งออกพรรณไม้น้ำได้มากขึ้นและเพิ่มมูลค่าการส่งออกของประเทศต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของธาตุอาหารพืชที่เหมาะสม ต่อคุณภาพของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้

2.2 ศึกษาระดับแคลเซียมอีดีทีเอที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้

3. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

3.1 อุปกรณ์

3.1.1. พรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ (*Echinodorus matii*)

3.1.2. ระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Deep flow techniques (DFT) จำนวน 12 ชุด

3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

ทำการทดลองปลูกอเมซอนอเมซอนมาร์ตี้ (*Echinodorus matii*) ซึ่งใช้เป็นตัวแทนของพรรณไม้น้ำกลุ่มอเมซอน โดยดำเนินการ 3 ขั้นตอน คือ

3.2.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาระดับความเข้มข้นของสูตรธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำกลุ่มอเมซอน ในการเพาะเลี้ยงแบบ DFT ในความเข้มข้น (EC) ของธาตุอาหารพืช 4 ระดับ คือ 125, 150, 175 และ 200% ของความเข้มข้นทั่วไปที่ใช้เลี้ยงพรรณไม้น้ำ (1.00 mS/cm, ในธาตุอาหารสูตร KMITL1 (อิทธิสุนทร, 2538)) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลอง 1 อเมซอนมาร์ตี้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร EC 1.25 mS/cm

ชุดการทดลอง 2 อเมซอนมาร์ตี้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร EC 1.50 mS/cm

ชุดการทดลอง 3 อเมซอนมาร์ตี้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร EC 1.75 mS/cm

ชุดการทดลอง 4 อเมซอนมาร์ตี้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร EC 2.00 mS/cm

ทำการทดลองในโรงเรือนที่ควบคุมอุณหภูมิ (30-32 °C) โดยนำพรรณไม้น้ำขนาดความสูงตั้งแต่ 2 cm มาชำไว้ก่อนการทดลองเป็นเวลา 2 อาทิตย์ โดยชำในถ้วยปลูกใช้เพอร์ไลท์ เป็นวัสดุปลูก นำพรรณไม้น้ำมาปลูกในรางปลูกที่เตรียมไว้ทั้งหมด 12 ราง รางละ 17 ต้น โดยควบคุมความเข้มข้นธาตุอาหารให้ EC 1.0 mS/cm ความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.5-7.0 ทำการปรับความเข้มข้น และความเป็นกรดเป็นด่างทุกสัปดาห์ จนสิ้นสุดการทดลองจำนวน 7 สัปดาห์

3.2.2 การทดลองที่ 2 ศึกษารูปแบบการให้แคลเซียมต่อคุณภาพผลผลิตของพรรณไม้น้ำกลุ่มอเมซอน ในการเพาะเลี้ยงแบบ DFT

เมื่อได้สูตรและระดับของธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำกลุ่มอเมซอนแล้ว นำมาเพาะเลี้ยงในสารละลายธาตุอาหารที่มีปริมาณแคลเซียม 4 ระดับ คือ 1.55, 3.10, 4.65 และ 6.20 mM โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ดังนี้

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ชุดการทดลอง 1 อเมซอนมาร์ตี้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีปริมาณแคลเซียม 1.55 mM

ชุดการทดลอง 2 อเมซอนมาร์ตี้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีปริมาณแคลเซียม 3.10 mM

ชุดการทดลอง 3 อเมซอนมาร์ตี้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีปริมาณแคลเซียม 4.65 mM

ชุดการทดลอง 4 อเมซอนมาร์ตี้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีปริมาณแคลเซียม 6.20 mM

โดยทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 โดยมีชุดการทดลองที่ 2 (3.10 mM) เป็นชุดควบคุม

3.3 การบันทึกข้อมูล

ทำการบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน ความเข้มข้น (EC) และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของสารละลาย ทำการบันทึกการเจริญเติบโตทางต้น คือ ความกว้าง ความยาว และจำนวนของใบที่พัฒนาเต็มที่ (fully developed leaf) ความสูงของต้น โดยวัดจากโคลนต้นถึงปลายใบ โดยทำการวัดตั้งแต่ย้ายขึ้นรางปลูกทุกสัปดาห์จนสิ้นสุดการทดลองสัปดาห์ที่7 ในการทดลองที่ 1และทำการวัดตั้งแต่ย้ายขึ้นรางปลูกทุก 2 สัปดาห์จนสิ้นสุดการทดลองที่สัปดาห์ที่ 8 ในการทดลองที่ 2

3.4 การวิเคราะห์ผลข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการผลทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล ANOVA (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองตามวิธี LSD (Least Significant Difference)

3.5 สถานที่ทำการทดลอง

โรงเรือนควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ชั้น 5 อาคารเจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3.6 ระยะเวลาในการทดลอง

1 ปี (1 ตุลาคม 2551 – 30 กันยายน 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

115868

4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ระดับความเข้มข้นของสูตรธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ของพรรณไม้น้ำกลุ่มอเมซอน

1) อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน

ในระหว่างการทดลองภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 29.7-31.2 °C และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 78.5-83.2 % ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดการทดลองที่ 1

สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	เฉลี่ย
อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	30.4	30.1	31.2	30.5	30.7	29.7	30.6	30.5
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	83.2	78.5	81.4	82.5	83.1	80.4	79.3	81.2

2) ความยาวใบของอเมซอนมาร์ตี้

ความยาวใบของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ที่ปลูกในระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ตั้งแต่สัปดาห์แรกจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง (ตารางที่ 2) โดยในสัปดาห์สิ้นสุดการทดลอง อเมซอนมาร์ตี้ที่ปลูกในระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) โดยความเข้มข้น 1.75 mS/cm (10.83) มีความยาวใบมากกว่า ทุกการทดลองและที่ระดับ 1.50 mS/cm (6.32 cm) มีค่าน้อยที่สุด

ตารางที่ 2 : ความยาวใบของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ (cm) การทดลองที่ 1

ระดับความเข้มข้น (EC, mS/cm)	ระยะเวลา (สัปดาห์)						
	1	2	3	4	5	6	7
1.25	4.45^{a}	4.83^{c}	5.25^{bc}	5.97^{b}	6.48^{bc}	6.87^{bc}	7.34^{bc}
1.50	4.02^{b}	4.47^{d}	4.92^{c}	5.53^{b}	6.12^{c}	6.30^{c}	6.23^{c}
1.75	4.63^{a}	5.13^{a}	5.92^{a}	7.38^{a}	9.11^{a}	10.42^{a}	10.83^{a}
2.00	4.30^{ab}	4.99^{b}	5.50^{ab}	6.26^{b}	7.63^{b}	9.14^{ab}	8.40^{b}

*ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

3) ความกว้างใบของอเมซอนมาร์ตี้

ความกว้างใบของอเมซอนมาร์ตี้ที่ระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารแตกต่างกัน พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันให้ความกว้างใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจนสิ้นสุดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(P<0.05) ในสัปดาห์ที่ 7 พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 1.75 mS/cm (3.75 cm) ให้ความกว้างใบมากที่สุด ต่อมาเป็น 2.00, 1.25 และ 1.50 mS/cm ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 : ความกว้างใบของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ (cm) การทดลองที่ 1

ระดับความเข้มข้น (EC, mS/cm)	ระยะเวลา (สัปดาห์)						
	1	2	3	4	5	6	7
1.25	1.16^{ab}	1.27^{c}	1.56^{c}	1.89^{b}	2.01^{c}	2.09^{b}	2.19^{c}
1.50	1.11^{b}	1.23^{c}	1.46^{d}	1.86^{b}	1.94^{c}	2.02^{b}	2.04^{c}
1.75	1.18^{a}	1.43^{a}	1.62^{b}	2.32^{a}	2.55^{a}	3.05^{a}	3.57^{a}
2.00	1.18^{a}	1.33^{b}	1.69^{a}	2.10^{ab}	2.30^{b}	2.72^{a}	2.96^{b}

*ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

4) จำนวนใบของอเมซอนมาร์ตี้

จำนวนใบของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยที่ระดับความเข้มข้น 1.75 mS/cm มีจำนวนใบมากที่สุด (11.00 ใบ) ต่อมาเป็น 1.25, 2.00 และ 1.50 mS/cm ตามลำดับโดยมีจำนวนใบเฉลี่ยเท่ากับ 8.33, 8.00 และ 7.67 ใบ ตามลำดับ

5) ความสูงต้นของอเมซอนมาร์ตี้

ความสูงของอเมซอนมาร์ตี้ที่ปลูกในระดับแคลเซียมแตกต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) ตั้งแต่สัปดาห์แรกจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง (ตารางที่ 4) โดยในสัปดาห์สิ้นสุดการทดลอง ที่ระดับความเข้มข้น 1.75 mS/cm (13.12 cm) มีความสูงมากกว่าที่ระดับ 2.00(9.38), 1.25 (7.90) และ1.50 mS/cm (7.49 cm)

ตารางที่ 4 : ความสูงต้นของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ (cm) การทดลองที่ 1

ระดับความเข้มข้น (EC, mS/cm)	ระยะเวลา (สัปดาห์)						
	1	2	3	4	5	6	7
1.25	5.42^{a}	5.97^{a}	6.64^{bc}	7.49^{bc}	8.88^{ab}	8.31^{b}	7.90^{b}
1.50	4.81^{b}	5.40^{b}	6.29^{c}	6.72^{c}	7.69^{ab}	7.63^{b}	7.49^{b}
1.75	5.69^{a}	6.31^{a}	7.54^{a}	9.31^{a}	10.61^{a}	12.43^{a}	13.12^{a}
2.00	5.29^{ab}	6.02^{a}	6.82^{b}	8.37^{ab}	8.58^{ab}	9.12^{b}	9.38^{b}

*ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ความหนาของใบอเมซอนมาร์ตี้

ความหนาของใบพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้เมื่อเริ่มการทดลองมีความหนาเฉลี่ย 0.14 mm และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 1.75 mS/cm ให้ความหนาของใบมากที่สุด (1.24mm) รองลงมาคือ 2.00, 1.50 และ 1.25 mS/cm ตามลำดับ โดยมีความหนาใบเฉลี่ย 1.17, 1.04 และ 1.01 mm ตามลำดับ

7) น้ำหนักแห้งของอเมซอนมาร์ตี้

น้ำหนักของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ที่ระดับความเข้มข้นธาตุอาหารที่แตกต่างกันเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าที่ความเข้มข้น 1.75 mS/cm ให้น้ำหนักมากที่สุด (22.54 g) รองลงมาคือ 2.00, 1.50 และ 1.25 mS/cm ที่ 22.22, 21.34 และ 20.89 g ตามลำดับ (ตารางที่ 5) จากลักษณะองค์ประกอบการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ทั้งความยาวใบ ความกว้างใบ จำนวนใบ ความสูงต้น ความหนาใบ และน้ำหนักแห้งเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 1.75 mS/cm ให้ค่าองค์ประกอบเหล่านี้สูงที่สุด ซึ่งถือว่าเป็นระดับปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ สอดคล้องกับการทดลองของสมเกียรติ (2548) ที่พบว่าที่ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ระดับต่าง ๆกันมีผลต่อระดับการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอเมซอนโอซีลอส (*Echinodorus ozelot*) และจากการศึกษาผลของระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นอนูเบียส พบว่าที่ความเข้มข้นหนึ่งพืชจะเจริญเติบโตช้า เนื่องจากสภาพที่เป็นพิษจากปุ๋ย

ตารางที่ 5 : น้ำหนักแห้งของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ (g) การทดลองที่ 1

ระดับความเข้มข้น (EC, mS/cm)	เริ่มการทดลอง	สิ้นสุดการทดลอง
1.25	0.59[a]	20.89[a]
1.50	0.61[a]	21.34[a]
1.75	0.62[a]	22.54[a]
2.00	0.58[a]	22.22[a]

7) ปริมาณธาตุอาหารพืชในต้นอเมซอนมาร์ตี้

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักที่สะสมในต้นพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน 4 ระดับ คือ 1.25 mS/cm , 1.50 mS/cm , 1.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

mS/cm และ 2.00 mS/cm เป็นเวลา 7 สัปดาห์ พบว่า ปริมาณธาตุอาหารหลัก ที่สะสมในพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้มีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) ได้แก่ ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม ส่วนไนโตรเจน โพแทสเซียม และแคลเซียม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 6)

ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในต้นพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน 4 ระดับ พบว่า ที่ระดับ EC 1.50 mS/cm มีปริมาณไนโตรเจนสะสมมากที่สุด (2.12%) รองลงมาคือ ที่ระดับ EC 1.25 mS/cm (2.10%), 2.00 mS/cm (2.07%) และที่ระดับ EC 1.75 mS/cm (2.03%) ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในต้น พบว่า ที่ระดับ EC 1.75 mS/cm มีปริมาณฟอสฟอรัสสะสมมากที่สุด (0.02%) ปริมาณโพแทสเซียม พบว่า ที่ระดับ EC 1.25 mS/cm มีปริมาณโพแทสเซียมสะสมมากที่สุด (8.78%) รองลงมาคือ ที่ระดับ EC 1.75 mS/cm (8.33%),1.50 mS/cm (8.13%) และที่ระดับ EC 2.00 mS/cm (7.72%) ตามลำดับ

ปริมาณแคลเซียมที่สะสมในต้น พบว่า ที่ระดับ EC 1.50 mS/cm และระดับ EC 1.75 mS/cm มีปริมาณแคลเซียมสะสมมากที่สุด (0.90%) รองลงมาคือ ที่ 1.50 mS/cm (8.13%) และที่ระดับ EC 2.00 mS/cm (7.72%) ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมที่สะสมในต้น พบว่า ที่ระดับ EC 1.25 mS/cm มีปริมาณแมกนีเซียมสะสมมากที่สุด(0.50%) รองลงมาคือ ที่ 1.50 mS/cm (0.49%) , 2.00 mS/cm (0.42%) และที่ระดับ EC 1.75 mS/cm (0.36%) ตามลำดับ

ตารางที่ 6 : ปริมาณธาตุอาหารหลักที่สะสมในต้นพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ การทดลองที่ 1

ธาตุอาหารหลัก	ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (mS/cm)			
(%)	1.25	1.50	1.75	2.00
ไนโตรเจน	2.10[a]	2.12[a]	2.03[a]	2.07[a]
ฟอสฟอรัส	0.01[b]	0.01[ab]	0.02[a]	0.01[b]
โพแทสเซียม	8.78[a]	8.13[a]	8.33[a]	7.72[a]
แคลเซียม	0.83[a]	0.90[a]	0.90[a]	0.82[a]
แมกนีเซียม	0.50[a]	0.49[a]	0.36[b]	0.42[ab]

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากการวิเคราะห์ปริมาณจุลธาตุอาหารที่สะสมในต้นพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน พบว่า ปริมาณจุลธาตุอาหารที่สะสมในพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 7) โดยปริมาณเหล็กที่สะสมในต้นพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ พบว่า ที่ระดับ EC 1.50 mS/cm มีปริมาณเหล็กสะสมมากที่สุด (132.70 ppm) รองลงมาคือ ที่ 2.00 mS/cm (105.77 ppm) , 1.75 mS/cm (101.77 ppm) และที่ระดับ EC 1.25 mS/cm (100.17 ppm) ตามลำดับ และปริมาณแมงกานีส พบว่า ที่ระดับ EC 1.75 mS/cm มีปริมาณแมงกานีส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะสมมากที่สุด (2.94 ppm) รองลงมาคือ ที่ 1.50 mS/cm (2.37 ppm) , 2.00 mS/cm (1.46 ppm) และที่ระดับ EC 1.25 mS/cm (0.18 ppm) ตามลำดับ

ตารางที่ 7 : ปริมาณจุลธาตุอาหารที่สะสมในต้นพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ การทดลองที่ 1

ธาตุอาหารรอง	ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (mS/cm)			
(ppm)	1.25	1.50	1.75	2.00
เหล็ก	100.17a	132.70a	101.77a	105.77a
แมงกานีส	0.18a	2.37a	2.94a	1.46a

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4.2 รูปแบบการให้แคลเซียมต่อคุณภาพผลผลิตของพรรณไม้น้ำกลุ่มอเมซอน

1) อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือน

ในระหว่างการทดลองภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 29.3-30.5 °C และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 77.3-85.2 % ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดการทดลองที่ 2

สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	เฉลี่ย
อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	29.3	30.5	30.3	29.9	29.9	30.2	30.3	31.2	30.2
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	77.5	77.3	85.2	81.4	81.2	81.6	77.8	79.7	80.2

2) ความยาวใบของอเมซอนมาร์ตี้

ความยาวใบของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ที่ปลูกในระดับแคลเซียมแตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง (ตารางที่ 9) ในสัปดาห์ที่ 4 อเมซอนมาร์ตี้ที่ปลูกในระดับแคลเซียม 4.65 mM (7.38 cm) มีความยาวใบมากกว่า ชุดควบคุม (5.98) แต่ชุดควบคุมไม่มีความแตกต่างกับชุดที่ปลูกที่ปลูกในระดับแคลเซียม 1.55 mM (6.72) และ 6.20 mM (6.63) ($P>0.05$) ในสัปดาห์ที่ 6 ระดับแคลเซียม 6.20 mM (9.68) , 4.65 mM (9.20) และ ชุดควบคุม 3.10 mM (9.12) มีความยาวใบมากกว่าชุดที่ปลูกในระดับแคลเซียม 1.55 mM (8.41) ($P<0.05$) แต่ทั้ง 3 ชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($P>0.05$) และในสัปดาห์ที่ 8 ระดับแคลเซียม 4.65 mM (13.03) ให้ความยาวใบมากกว่า ชุดควบคุม 3.10 mM (9.74) และชุดที่ปลูกในระดับแคลเซียม 1.55 mM (8.55) และ 6.20 mM (12.20) แต่ชุดที่ปลูกในระดับแคลเซียม 6.20 mM (12.20) ไม่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ปลูกในระดับแคลเซียม 4.65 mM (13.03cm) ($P>0.05$)

ตารางที่ 9 : ความยาวใบของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ (cm) การทดลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับแคลเซียม	ระยะเวลา (สัปดาห์)				
(mM)	0	2	4	6	8
1.55	1.60[a]	4.57[a]	6.72[ab]	8.41[a]	8.55[a]
3.10	1.65[a]	4.20[a]	5.98[a]	9.12[b]	9.74[b]
4.65	1.67[a]	4.14[a]	7.38[b]	9.20[b]	13.03[c]
6.20	1.66[a]	4.24[a]	6.63[ab]	9.68[b]	12.20[c]

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

2) ความกว้างใบของอเมซอนมาร์ตี้

ความกว้างใบของอเมซอนมาร์ตี้ที่ระดับแคลเซียมแตกต่างกัน พบว่า ที่ระดับแคลเซียมแตกต่างกันให้ความกว้างใบแตกต่างกันเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ในสัปดาห์ที่ 8 คือ ที่ระดับแคลเซียม 6.20 mM (3.78 cm) ให้ความกว้างใบมากกว่า ชุดควบคุม 3.10 mM (3.37) , 4.65 mM (3.24) และ 1.55 mM (3.01) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P<0.05) (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 : ความกว้างใบของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ (cm) การทดลองที่ 2

ระดับแคลเซียม	ระยะเวลา (สัปดาห์)				
(mM)	0	2	4	6	8
1.55	0.87[a]	1.24[a]	2.00[a]	2.62[a]	3.01[a]
3.10	0.89[a]	1.22[a]	1.80[a]	2.73[a]	3.37[b]
4.65	0.87[a]	1.07[a]	2.04[a]	2.70[a]	3.24[ab]
6.20	0.87[a]	1.19[a]	1.85[a]	2.96[a]	3.78[c]

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

3) จำนวนใบของอเมซอนมาร์ตี้

จำนวนใบของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง (ตารางที่ 11) โดยในสัปดาห์ที่ 4 อเมซอนมาร์ตี้ที่ปลูกในระดับแคลเซียมชุดควบคุม 3.10 mM (12.40 ใบ) ให้จำนวนใบมากกว่าชุดการทดลอง ในสัปดาห์ที่ 6 ที่ระดับแคลเซียมชุดควบคุม 3.10 mM (15.47) ให้จำนวนใบมากกว่าทุกชุดการทดลอง ในสัปดาห์ที่ 8 อเมซอนมาร์ตี้ที่ปลูกในระดับแคลเซียมชุดควบคุม 3.10 mM (18.00) ให้จำนวนใบมากกว่าชุดที่ปลูกในระดับแคลเซียม 1.55 mM (15.80) มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) และมากกว่าที่ระดับแคลเซียม 4.65 mM (17.13) และ 6.20 mM (16.73) แต่ทั้ง 3 ชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ(P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 : จำนวนใบของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ การทดลองที่ 2

ระดับแคลเซียม (mM)	ระยะเวลา (สัปดาห์)				
	0	2	4	6	8
1.55	5.80[a]	9.93[a]	11.13[ab]	13.47[a]	15.80[a]
3.10	5.67[a]	10.47[a]	12.40[b]	15.47[b]	18.00[b]
4.65	5.47[a]	10.40[a]	11.47[ab]	13.80[a]	17.13[ab]
6.20	5.47[a]	10.27[a]	10.93[a]	13.47[a]	16.73[ab]

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4) ความสูงต้นของอเมซอนมาร์ตี้

ความสูงของอเมซอนมาร์ตี้ที่ปลูกในระดับแคลเซียมแตกต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง (ตารางที่ 12) โดยในสัปดาห์ที่ 6 ที่ระดับแคลเซียม 6.20 mM (12.09 cm) , 4.65 mM (11.69) และชุดควบคุม 3 mM (11.53) ให้ความสูงมากกว่าชุดที่ปลูกในระดับแคลเซียม 1.55 mM (10.49) ในสัปดาห์ที่ 8 ที่ระดับแคลเซียม 4.65 mM (17.56) และ 6.20 mM (16.97) ให้ความสูงมากกว่าชุดควบคุม 3.10 mM (14.47) และ 1.55 mM (11.87) ให้ความสูงน้อยกว่าชุดควบคุม 3.10 mM (14.47 cm) เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดการทดลองอื่นๆ ($P<0.05$)

ตารางที่ 12 : ความสูงต้นของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ (cm) การทดลองที่ 2

ระดับแคลเซียม (mM)	ระยะเวลา (สัปดาห์)				
	0	2	4	6	8
1.55	2.33[a]	5.25[a]	8.13[a]	10.49[a]	11.87[a]
3.10	2.33[a]	5.48[a]	8.81[a]	11.53[ab]	14.47[b]
4.65	2.33[a]	5.46[a]	9.13[a]	11.69[ab]	17.56[c]
6.20	2.33[a]	5.44[a]	8.69[a]	12.09[b]	16.97[c]

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

5) ความหนาของใบอเมซอนมาร์ตี้

ความหนาของใบพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้เมื่อเริ่มการทดลองมีความหนา 0.11 mm และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ที่ระดับแคลเซียม 4.65 และ 6.20 mM ให้ความหนาของใบมากที่สุดเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1.13) รองลงมาคือ ชุดควบคุม 3.10 mM (1.12) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับระดับแคลเซียม 1.55 mM พบว่าให้ความหนาของใบน้อยที่สุด (1.11) ซึ่งแคลเซียมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์ คือส่วนของ calcium pectate ทำหน้าที่เชื่อมผนังเซลล์ให้ติดกันมีผลให้ใบแข็ง และมีบทบาทสำคัญในการแบ่งเซลล์และการยืดของเซลล์ (อิทธิสุนทร, 2544 ; โสระยา, 2546)

6) น้ำหนักแห้งของอเมซอนมาร์ตี้

น้ำหนักของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ที่ระดับแคลเซียมแตกต่างกันเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าที่ชุดควบคุม 3.10 mM ให้น้ำหนักมากที่สุด (25.36 g) รองลงมาคือ ที่ระดับแคลเซียม 4.65 mM (23.60) , 6.20 mM (23.59) และ 1.55 mM (19.09 g) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Murillo-Amador *et al.* (2006) ที่พบว่าเมื่อให้แคลเซียมเพิ่มโดยการรฉีดพ่นทางใบจะให้น้ำหนักแห้งมากกว่าที่ไม่ได้ฉีดพ่น (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 : น้ำหนักแห้งของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ (g) การทดลองที่ 2

ระดับแคลเซียม (mM)	เริ่มการทดลอง	สิ้นสุดการทดลอง
1.55	0.65[a]	19.09[a]
3.10	0.65[a]	25.36[a]
4.65	0.64[a]	23.60[a]
6.20	0.68[a]	23.59[a]

7) ปริมาณธาตุอาหารพืชในต้นอเมซอนมาร์ตี้

ปริมาณธาตุอาหารหลักที่สะสมในพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ได้แก่ ไนโตรเจน และ แคลเซียม ส่วน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และ แมกนีเซียม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 14) โดยปริมาณไนโตรเจน (%) พบว่า ที่ระดับแคลเซียม 3.10 mM (ชุดควบคุม) และ 4.65 mM มีค่ามากที่สุด (2.80) รองลงมาคือ 1.55 mM (2.70) และ 6.20 mM (2.66) ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัส (%) ที่ระดับแคลเซียม 1.55 mM มีค่ามากที่สุด (21.23) รองลงมาคือที่ระดับ 4.65 mM (20.63) , 3.10 mM (ชุดควบคุม) (20.54) และ ที่ระดับ 6.20 mM (18.80) ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียม (%) ที่ระดับแคลเซียม 1.55 mM มีค่ามากที่สุด (4.56) รองลงมาคือที่ระดับ 3.10 mM (ชุดควบคุม) (4.27) , 6.20 mM (4.25) และ 4.65 mM (4.07) ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียม (%) พบว่าที่ระดับแคลเซียม 6.20 mM มีค่ามากที่สุด (0.72) รองลงมาคือ 3.10 mM (ชุดควบคุม) (0.47) , 1.55 mM (0.44) และ 4.65 mM (0.43) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Nelson and Niedziela (1998) ที่พบว่าปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของแคลเซียมที่พบในต้นของทิวลิปมากขึ้นเมื่อมีการเพิ่มความเข้มข้นของ Ca-EDTA ปริมาณแมกนีเซียม (%) พบว่า ที่ระดับแคลเซียม 1.55 mM , 4.65 mM และ 6.20 mM มีการสะสมของแมกนีเซียมมากที่สุด (0.33) เท่ากัน ส่วนที่ระดับแคลเซียม 3.10 mM (ชุดควบคุม) มีค่าน้อยที่สุด (0.29)

ปริมาณธาตุจุลธาตุอาหาร คือ เหล็ก และแมงกานีส ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 14) ปริมาณเหล็ก (ppm) ที่ระดับแคลเซียม 4.65 mM มีค่ามากที่สุด (81.25) รองลงมาคือ ที่ระดับ 1.55 mM (72.08) , 6.20 mM (62.50) และ 3.10 mM (ชุดควบคุม) (52.92) ตามลำดับ และปริมาณแมงกานีส (ppm) ที่ระดับแคลเซียม 1.55 mM มีค่ามากที่สุด (36.25) รองลงมาคือ ที่ระดับ 6.20 mM (29.17) , 4.65 mM (22.08) และ ที่ระดับ 3.10 mM (ชุดควบคุม) (19.58) ตามลำดับ

ตารางที่ 14 : ปริมาณธาตุอาหารพืชในพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ การทดลองที่ 2

ธาตุอาหารพืช	ระดับแคลเซียม (mM)			
	1.55	3.10	4.65	6.20
ไนโตรเจน (%)	2.70^{ab}	2.80^{b}	2.80^{b}	2.66^{a}
ฟอสฟอรัส (%)	21.23^{a}	20.54^{a}	20.63^{a}	18.80^{a}
โพแทสเซียม(%)	4.56^{a}	4.27^{a}	4.07^{a}	4.25^{a}
แคลเซียม (%)	0.44^{a}	0.47^{ab}	0.43^{a}	0.72^{b}
แมกนีเซียม (%)	0.33^{a}	0.29^{a}	0.33^{a}	0.33^{a}
เหล็ก (ppm)	72.08^{a}	52.92^{a}	81.25^{a}	62.50^{a}
แมงกานีส (ppm)	36.25^{a}	19.58^{a}	22.08^{a}	29.17^{a}

5. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองการศึกษาระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (EC) ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ ในการปลูกโดยไม่ใช้ดินโดยระบบ DFT ที่ระดับความเข้มข้น (EC) ต่างกัน 4 ระดับ คือ ตำหรับที่ระดับ EC 1.25, 1.50 , 1.75 และ 2.00 mS/cm ทำการทดลองเป็นเวลา 7 สัปดาห์ พบว่า ตำหรับที่ระดับ EC 1.75 mS/cm มีความกว้างใบ ความยาวใบ ความสูงต้น และจำนวนใบมากที่สุด รองลงมาคือ ตำหรับที่ระดับ EC 2.00, 1.25 และ EC 1.50 mS/cm ตามลำดับ โดยมีความกว้างใบ ความยาวใบ ความสูงต้นเพิ่มขึ้นทุกสัปดาห์ตลอดการทดลองเป็นเวลาการทดลอง ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ พบว่า ตำหรับที่ระดับ EC 1.75 mS/cm มีปริมาณฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมงกานีสมากที่สุด เนื่องจากธาตุ อาหารทั้ง 3 ธาตุ มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ โดยเฉพาะแคลเซียม ซึ่งตำหรับที่ระดับ EC 1.50 mS/cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และตำหรับที่ระดับ EC 1.75 mS/cm มีปริมาณแคลเซียมเท่ากัน คือ 0.90 % โดยแคลเซียมเป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับพรรณไม้น้ำ โดยจะช่วยให้ท่อน้ำท่ออาหารพืชแข็งแรง เพื่อการส่งน้ำและอาหารไปสู่ใบพืช ทำให้ใบพืชขยายขนาด เจริญเติบโต และแข็งแรง เหมาะกับการนำไปใช้ประโยชน์ ส่วนที่ระดับ EC 2.00 mS/cm มีธาตุอาหารสะสมอยู่น้อย

ระดับของแคลเซียมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ พรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ที่ปลูกที่ระดับแคลเซียมแตกต่างกัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าที่ระดับแคลเซียมในช่วง 4.65 – 6.20 mM ให้ความยาวใบ ความสูง ความกว้างใบ จำนวนใบ ความหนา และน้ำหนักของพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้มากที่สุด จากค่าการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชในพรรณไม้น้ำอเมซอนมาร์ตี้ พบว่า แนวโน้มของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียมมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มระดับของแคลเซียมในสารละลายธาตุอาหารพืช ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ของปริมาณธาตุอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน และ แคลเซียม ส่วนปริมาณธาตุอาหารพืชอื่นๆ รวมทั้งจุลธาตุอาหาร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

6. เอกสารอ้างอิง

วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และกาญจนรี พงษ์ฉวี. 2543. พรรณไม้น้ำสวยงาม. สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 123 น.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2549. *การเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำ*. เอกสารประกอบการฝึกอบรม. คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมเกียรติ สีสนอง. 2548. การผลิตพรรณไม้น้ำ *Echinodorus ozelot* เพื่อการค้าด้วยการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. การประชุมทางวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 26 – 29 เมษายน 2548 โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา จังหวัดชลบุรี

โสระยา ร่วมรังสี. 2546. *สารละลายธาตุอาหาร*. โครงการตำรา. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 18-38 น.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2544. *การจัดการสารละลายธาตุอาหารพืชในระบบที่มีการนำสารละลายกลับมาใช้ใหม่*. เอกสารประกอบการฝึกอบรมการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รุ่นที่ 3. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 23-45 น.

B. Murillo-amador, H.G. Jones, C. Kaya, R.L. Aguilar, J.L. Garcia-Hernandez, E. Troyo-Dieguez, N.Y. Avila-Serrano, E. Rueda-Puente, *Environmemtal and Experimental Botany*. 58(2006), pp. 188-196

T.J. Horeman, *Aquarium Plants,* T.F.H. Publications, New Jersey(1977).

P.V. Nelson and C.E. Niedziela Jr., *Scientia Horticulturae*. 73(1998), pp. 137-150.

S.K. Unnikrishnan, *The Aquarium Plant Handbook*, Oasis Litho Graphics Pte Ltd., Singapore(2002).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้