ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

## เรื่อง

การศึกษาการเจริญเติบโตของอเมซอนใบด่างในบรรจุภัณฑ์

The Study of Growth of *Echinodorus cordifolius*

in Container

T100089

**โดย**

นางสาวทัศนีวรรณ์ สันเทพ

**อาจารย์ที่ปรึกษา**

ดร. อุมา แสงคร้าม

**เสนอ**

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่)

พุทธศักราช 2548

2/ พ.
ท367ก
2548

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 100089
วัน.เดือน.ปี 17 JUN 2009

b.11678756
i.....

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
# ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

## เรื่อง

การศึกษาการเจริญเติบโตของอเมซอนใบด่างในบรรจุภัณฑ์

The Study of Growth of *Echinodorus cordifolius*

in Container

**โดย**

นางสาวทัศนีวรรณ์ สันเทพ

ได้พิจารณาเห็นชอบจาก

.....

(ดร.อุมา แสงคร้าม)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรอง

.....

(รศ.ดร.สมยศ เศชภิรัตนมงคล)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ชื่อเรื่อง** : การศึกษาการเจริญเติบโตของอเมซอนใบด่างในบรรจุภัณฑ์

**โดย** : น.ส. ทัศนีวรรณ์ สันเทพ

**ภาควิชา** : เทคโนโลยีการผลิตพืช

**คณะ** : เทคโนโลยีการเกษตร

**อาจารย์ที่ปรึกษา** : ดร. อุมา แสงคร้าม

## บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดของวัสดุปลูก และความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของอเมซอนใบด่าง (*Echinodorus cordifolius*) ในบรรจุภัณฑ์ โดยมีระยะเวลาการทดลอง 46 วัน วางแผนการทดลองแบบ 3X4 factorial in CRD ประกอบด้วย ปัจจัยที่1 คือวัสดุปลูก 3 ชนิด ได้แก่เพอร์ไลท์, เพอร์ไลท์ผสมเจล สัดส่วน 1:1 และเพอร์ไลท์ผสมเจล สัดส่วน 1:2 ปัจจัยที่2 คือสารละสลายธาตุอาหารสูตรดัดแปลง Coic-lesaint ที่ระดับความเข้มข้น 4 ระดับ ได้แก่ 0, 0.2, 0.4, 0.6 mS/cm พบว่าตลอดระยะเวลาการทดลอง 46 วัน มีจำนวนใบใหม่เพิ่มขึ้นมากที่สุดและมีใบเสียสะสมเกิดขึ้นน้อยที่สุด เมื่อใช้วัสดุปลูกที่เป็นเพอร์ไลท์เดี่ยว ส่วนความแตกต่างของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า การให้สารละลายธาตุอาหารที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันไม่มีผลให้การเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืชในบรรจุภัณฑ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้น ความยาวราก ซึ่งพบว่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารมีผลโดยตรงต่อความยาวรากของพืช

**คำสำคัญ :** อเมซอนใบด่าง วัสดุปลูก ความเข้มข้นของปุ๋ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Title** : The Study of Growth of *Echinodorus cordifolius* in Container

**Author** : Miss Thasnewan Santhep

**Department** : Plant Production Technology

**Faculty** : Agricultural Technology

**Advisor** : Dr. Uma Sangkram

## ABSTRACT

The aim of this research was to study the effect of media and fertilizer concentration on growth of *Echinodorus cordifolius* during 46 days in container. The experimental design was 3X4 factorial in CRD. The first factor was three kinds of media which were perlite, perlite : gel (1:1 v/v) , perlite : gel (1:2 v/v). The second factor was four concentration of fertilizer which were 0, 0.2, 0.4 and 0.6 mS/cm. The results showed that the difference of media caused the significant difference of the results of which perlite was the best one while the difference of fertilizer concentration showed no significant difference in the measured characters except root growth which was increased with the increase of fertilizer concentration.

**Key word**: *Echinodorus cordifolius* , media, fertilizer

.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คำนิยม

การทำปัญหาพิเศษของนักศึกษาในระดับปริญญาตรี ถือได้ว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นสิ่งที่ทำให้นักศึกษาได้ฝึกฝนสติปัญญา การเรียนรู้ การปรับปรุงกระบวนการทางด้านความคิด รู้จักการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคตต่อไปได้ จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ผู้ทำปัญหาพิเศษขอขอบพระคุณ ดร. อุมา แสงคร้าม ที่ได้กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ช่วยตักเตือน กล่อมเกลาให้มีความรอบคอบในการทำงาน อีกทั้งยังได้ถ่ายทอดความรู้ และประสบการณ์ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างมาก

ขอขอบคุณ อาจารย์ สมเกียรติ สีสนอง ที่กรุณาให้คำแนะนำ ดูแลและสอนเทคนิคต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาในการทำการทดลอง

ขอขอบคุณ คุณสมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร ที่กรุณาแนะนำทางด้านสถิติ และข้อคิดต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้การสนับสนุนการศึกษา และคอยเป็นกำลังใจให้มาโดยตลอด

ขอขอบคุณ คุณปิยะพงษ์ เอกสะพัง ที่คอยให้คำแนะนำต่าง ๆ รวมทั้งเพื่อน ๆ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ที่คอยช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ

ทัศนีวรรณ์ สันเทพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| สารบัญ | (1) |
| สารบัญตาราง | (2) |
| สารบัญภาพ | (3) |
| สารบัญตารางผนวก | (4) |
| คำนำ | 1 |
| การตรวจเอกสาร | 2 |
| อุปกรณ์และวิธีการ | 7 |
| ผลการทดลอง | 9 |
| วิจารณ์ | 15 |
| สรุป | 16 |
| เอกสารอ้างอิง | 17 |
| ภาคผนวก | 18 |
| ภาคผนวก ก สารละลายธาตุอาหารดัดแปลงจากสูตร Coic-lesiant และส่วนผสมของสารละลายธาตุอาหารในแต่ละระดับความเข้มข้น | 19 |
| ภาคผนวก ข กราฟมาตรฐานพื้นที่ใบ | 21 |
| ภาคผนวก ค ข้อมูลผลการทดลอง | 23 |
| ประวัติผู้เขียน | 33 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | แสดงธาตุอาหารที่ต้องการในปริมาณมาก (macronutrients) | 3 |
| 2 | แสดงธาตุอาหารที่ต้องการในปริมาณน้อย (micronutrients) | 4 |
| 3 | จำนวนใบที่เพิ่มขึ้นของอเมซอนใบด่าง เมื่อใช้วัสดุปลูกแตกต่างกัน 3 ชนิด และให้สารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน 4 ระดับ | 9 |
| 4 | พื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้นของอเมซอนใบด่าง (ตร.ซม.) เมื่อใช้วัสดุปลูกแตกต่างกัน 3 ชนิด และให้สารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน 4 ระดับ | 10 |
| 5 | ความสูงของต้นที่เพิ่มขึ้นของอเมซอนใบยาว (ซม.) เมื่อใช้วัสดุปลูกแตกต่างกัน 3 ชนิด และให้สารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน 4 ระดับ | 11 |
| 6 | ความยาวรากที่เพิ่มขึ้นของอเมซอนใบยาว (ซม.) เมื่อใช้วัสดุปลูกแตกต่างกัน 3 ชนิด และให้สารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน 4 ระดับ | 12 |
| 7 | น้ำหนักแห้งของอเมซอนใบยาว (กรัม) เมื่อใช้วัสดุปลูกแตกต่างกัน 3 ชนิด และให้สารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน 4 ระดับ | 13 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | แสดงจำนวนใบเสียสะสมตลอดระยะการทดลองเป็นเวลา 46 วัน | 10 |
| 2 | แสดงลักษณะใบดีและใบเสียของอเมซอนใบยาว | 10 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตารางผนวก


| ตารางผนวกที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| ก.1 | แสดงสารละลายธาตุอาหารดัดแปลงจากสูตร Coic-lesaint | 19 |
| ก.2 | แสดงส่วนผสมของสารละลายธาตุอาหารในแต่ละระดับความเข้มข้น | 20 |
| ค.1 | แสดงค่าจำนวนใบของอเมซอนใบยาวเมื่อเริ่มต้น สิ้นสุดการทดลอง และผลต่างของใบที่เพิ่มขึ้น | 22 |
| ค.2 | แสดงค่าพื้นที่ใบของอเมซอนใบยาวเมื่อเริ่มต้น สิ้นสุดการทดลอง และผลต่างของใบที่เพิ่มขึ้น | 24 |
| ค.3 | แสดงความสูงของต้นของอเมซอนใบยาวเมื่อเริ่มต้น สิ้นสุดการทดลอง และผลต่างของใบที่เพิ่มขึ้น | 26 |
| ค.4 | แสดงความยาวรากของอเมซอนใบยาวเมื่อเริ่มต้น สิ้นสุดการทดลอง และผลต่างของรากที่เพิ่มขึ้น | 28 |
| ค.5 | แสดงค่าน้ำหนักแห้งของอเมซอนใบยาวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และค่าเฉลี่ยของแต่ละซ้ำ | 30 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คำนำ

พรรณไม้น้ำในประเทศไทยมีอยู่จำนวนมาก บางชนิดมีความสวยงามเป็นที่นิยมนำไปปลูกเป็นไม้ประดับ บางชนิดเป็นพืชเศรษฐกิจมีประโยชน์นานัปการ ทั้งเป็นอาหารใช้ในชีวิตประจำวัน หรือเป็นสมุนไพรรักษาโรค แต่บางชนิดเป็นวัชพืชที่ระบาดรุนแรง สร้างความเสียหายในด้านต่าง ๆ เป็นอย่างมาก

ในแหล่งน้ำทั่วไปพรรณไม้น้ำหรือพืชน้ำจะเป็นส่วนประกอบที่เห็นได้เด่นชัดของแหล่งน้ำ และมีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำนั้น ในฐานะที่เป็นพืช พรรณไม้น้ำสามารถเปลี่ยนพลังงานแสง ให้เป็นพลังงานเคมีในรูปของอาหารสะสม ดังนั้น พรรณไม้น้ำจึงเป็นแหล่งสร้างอาหารพื้นฐานสำหรับสิ่งมีชีวิตทั้งหลายในแหล่งน้ำ

พรรณไม้น้ำหลายชนิดมีความจำเป็นสำหรับปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ คือ นอกจากจะเป็นอาหารแล้ว ยังเป็นที่อยู่อาศัย ที่หลบซ่อนและวางไข่อีกด้วย มีพรรณไม้น้ำสวยงามมากชนิดที่เป็นที่นิยมปลูกประดับในตู้ปลา ซึ่งอเมซอนใบด่าง (*Echinodorus cordifolius*) เป็นพรรณไม้น้ำชนิดหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากมีความสวยงามตามแบบไม้น้ำ แต่โดยที่ระหว่างการส่งออกและวางจำหน่าย อเมซอนใบด่างยังคงมีชีวิต ซึ่งหากอเมซอนใบด่างมีการเจริญเติบโตมากเกินไป หรือตายในระหว่างการขนส่งและวางจำหน่ายจะไม่เป็นที่ต้องการของตลาด ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงทำขึ้นเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของอเมซอนใบด่างในบรรจุภัณฑ์ เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการบรรจุอเมซอนใบด่างเพื่อการจำหน่าย

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของอเมซอนใบด่างในบรรจุภัณฑ์
2. เพื่อศึกษาความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของอเมซอนใบด่างในบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ตรวจเอกสาร

## ประเภทของพรรณไม้น้ำ

พรรณไม้น้ำ หรือพืชน้ำ (aquatic plants) หมายถึงพืชที่ขึ้นอยู่ในน้ำโดยอาจจะจมอยู่ใต้น้ำทั้งหมด หรือโผล่บางส่วนขึ้นมาอยู่เหนือน้ำ ลอยอยู่เหนือน้ำหรือเป็นพืชที่ขึ้นอยู่ตามริมน้ำ ชายตลิ่ง ทั้งนี้รวมพืชที่เจริญเติบโตอยู่ในบริเวณที่ลุ่มน้ำขังแฉะ (องค์การสวนพฤกษศาสตร์, 2545) แบ่งตามลักษณะแหล่งที่อยู่อาศัย

1.1 พืชใต้น้ำ (submerged plants) เป็นพรรณไม้น้ำที่มีการเจริญเติบโต มีทั้งรากเกาะยึดกับพื้นดินใต้น้ำแต่ลำต้น และใบเจริญเติบโตใต้น้ำ เช่น สาหร่าย สันตะวาชนิดต่างๆ

1.2 พืชโผล่เหนือ (emerged plant) เป็นพรรณไม้น้ำที่มีการเจริญเติบโตอยู่ใต้น้ำบางส่วนและโผล่เหนือน้ำบางส่วน โดยมีรากและลำต้นเจริญอยู่ใต้น้ำ เช่น บัวต่างๆ กกบางชนิด

1.3 พืชลอยน้ำ (floating plants) เป็นพรรณไม้น้ำที่มีการเจริญเติบโตโดยลอยอยู่ระดับผิวน้ำ เช่น จอก ผักตบชวา ผักบุ้งบางชนิด

1.4 พืชชายน้ำ (marginal plants) เป็นพรรณไม้น้ำที่มีการเจริญเติบโตอยู่ริมตลิ่ง ชายคลอง ริมทะเลสาบ เช่น ผักเป็ดแดง รากดำใบยาว มอสชวา

## การปลูกพรรณไม้น้ำในแปลงเพาะขยายพันธุ์

การปลูกขยายพรรณไม้น้ำเพื่อการค้าดำเนินการได้โดยวิธีใดวิธีหนึ่งดังนี้ (กาญจนรี, 2546)

1. การปลูกแบบครึ่งน้ำ โดยทั่วไปพรรณไม้น้ำส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้ดีในที่ชื้นแฉะ พรรณไม้น้ำสวยงามส่วนมากเป็นพืชชายน้ำ การเพาะขยายพันธุ์จะปลูกในแปลงที่มีวัสดุปลูกเป็นดินหรือกรวดขนาดเล็ก มีน้ำท่วมแค่โคนต้น บ่อปลูกอาจเป็นบ่อซีเมนต์เตี้ย หรือกระบะ มีตาข่ายพรางแสงประมาณ 40-60 % ขึ้นกับชนิดของพรรณไม้น้ำ มีระบบน้ำหยดสปริงเกอร์ หรือใช้ฝักบัวรดน้ำเป็นระยะ ช่วยให้ความชุ่มชื้น ใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์

2. การปลูกพรรณไม้น้ำแบบไร้ดิน ได้แก่ การปลูกในกระถางคล้ายตระกร้าพลาสติกขนาดเล็กโดยใช้วัสดุปลูกเป็นแร่ใยหิน (rock wool) ซึ่งมีคุณสมบัติอมน้ำ นุ่มไม่เปื่อยง่าย ไม่เกาะกันเป็นก้อน พรรณไม้น้ำที่ปลูกในกระถางจะแช่ไว้ในบ่อหรือกระบะที่มีน้ำ มีการให้ปุ๋ยโดยการเติมลงไปกับน้ำในรูปของสารละลาย พรรณไม้น้ำที่สามารถปลูกในระบบนี้ ได้แก่ กลุ่มอนุเบียส (*Anubias* sp.) กลุ่มอเมซอน (*Ehinodorus* sp.) และกลุ่มใบพาย (*Cryptocoryne* sp.)

3. การปลูกพรรณไม้น้ำแบบใต้น้ำในบ่อดิน วิธีนี้จะใช้ในการเพาะขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำจำพวกสาหร่าย เช่น การปลูกสาหร่ายฉัตร สาหร่ายหางกระรอก และสาหร่ายเดนซ่า โดยการมีการตัดลำต้นมาปักชำในวัสดุปลูกที่เป็นดิน แล้วจึงเด็ดยอดไปจำหน่าย หรือการปลูกต้นเทป ในบ่อน้ำที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีกรวดเป็นวัสดุปลูกเทปจะขยายออกทางด้านข้างแตกออกเป็นไหลเกิดต้นใหม่

4. การปลูกพรรณไม้น้ำแบบพัฒนา ส่วนใหญ่เพาะเลี้ยงกันในโรงเรือน (green house) ซึ่งควบคุมความชื้น แสงสว่าง และปุ๋ยได้โดยอัตโนมัติ สามารถป้องกันแมลงศัตรูพืชได้ ระบบการปลูกมักจะใช้วิธีการปลูกแบบไร้ดินในกระถางขนาดเล็กคล้ายตระกร้า ใช้ rock wool เป็นวัสดุปลูก พันธุ์ไม้ส่วนใหญ่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เนื่องจากสะดวกต่อการทำงาน สามารถกำหนดปริมาณได้แน่นอนและมีความสะอาด

**ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ**

จากรายงานของกรมประมง (2538) และสุมิตรา (2542) อาจสรุปปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำได้ดังนี้

1. ธาตุอาหารของพรรณไม้น้ำ (nutrient requirement) ธาตุอาหารเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตมีอยู่ 13 ธาตุ แบ่งเป็น

1.1 ธาตุอาหารหลัก (macronutrients) พรรณไม้น้ำต้องการธาตุอาหารหลักเป็นปริมาณมากในการเจริญเติบโต ได้แก่ ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), โปแตสเซียม (K), แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg), และกำมะถัน (S) ธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญต่อพรรณไม้น้ำ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม (ตารางที่ 1) ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเร่งให้ใบและลำต้นเจริญได้ดี

**ตารางที่ 1** ธาตุอาหารที่ต้องการในปริมาณมาก (macronutrient) (สุมิตรา, 2542)

| ธาตุอาหาร | ความเข้มข้น (%) |
|---|---|
| คาร์บอน (Carbon, C) | 43% |
| ไนโตรเจน (Nitrogen, N) | 1.0 - 3.0 % |
| โปแตสเซียม (Potassium, K) | 0.3 - 6.0 % |
| แคลเซียม (Calcium, Ca) | 0.1 - 3.5 % |
| ฟอสฟอรัส (Phosphorus, P) | 0.05 - 1.0 % |
| แมกนีเซียม (Magnesium, Mg) | 0.05 - 0.7 % |
| ซัลเฟต (Sulfur, S) | 0.05 - 1.5 % |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ธาตุอาหารรอง (micronutrient) พรรณไม้น้ำต้องการในปริมาณน้อยและขาดธาตุอาหารเหล่านี้ไม่ได้ ได้แก่ คลอรีน (Cl), เหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), สังกะสี (Zn), ทองแดง (Cu), โมลิบดินัม (Mo), และโบรอน (B) (ตารางที่ 2) ธาตุอาหารรองที่สำคัญคือ ธาตุเหล็ก ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่ช่วยให้ใบมีสีเขียว แต่ถ้ามีการให้ธาตุอาหารเหล่านี้มากเกินไป จะเป็นอันตรายต่อพรรณไม้น้ำได้

**ตารางที่ 2** ธาตุอาหารที่ต้องการปริมาณน้อย (micronutrients) (สุมิตรา, 2542)

| ธาตุอาหาร | ความเข้มข้น (ppm) |
|---|---|
| เหล็ก (Iron, Fe) | 10 - 1500 |
| คลอรีน (Chlorine, Cl) | 100 - 300 |
| แมงกานีส (Manganese, Mn) | 5 - 1500 |
| สังกะสี (Zinc, Zn) | 3 - 150 |
| ทองแดง (Copper, Cu) | 2 - 75 |
| โบรอน (Boron, B) | 2 - 75 |

เครื่องมือวัดปุ๋ย โดยวัดสารละลายของเกลือที่อยู่ในน้ำ (conductivity meter) โดยความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารวัดในรูปของค่า EC (electrical conductivity) ของสารละลาย เป็นการบอกค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย ซึ่งแสดงถึงปริมาณความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ค่าความเข้มข้นของสารละลายที่เหมาะสมสำหรับพรรณไม้น้ำมีค่า EC เท่ากับ 0.5-1.0 mS/cm

ปุ๋ยที่ใช้ N-P-K ชนิดที่ละลายน้ำ ได้แก่ สูตร 25-5-5 หรือให้สารละลายธาตุอาหารสำหรับพรรณไม้น้ำที่เตรียมขึ้นเอง

2. แสงสว่าง (light) เป็นตัวช่วยให้เกิดปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสง บางชนิดสามารถขึ้นได้ทั้งในที่สว่างมากหรือปานกลางแต่บางชนิดชอบขึ้นในที่ร่ม

3. อุณหภูมิ (temperature) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจะมีผลต่อการเจริญเติบโตและ การแพร่ขยายพรรณไม้น้ำแตกต่างกันไป ส่วนใหญ่จะขึ้นได้ดีในน้ำที่มีอุณหภูมิ 25-29 องศาเซลเซียส

4. ความขุ่นของน้ำ (turbidity) เป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสงของพืช เนื่องจากสารแขวนลอยในน้ำจะปิดกั้นไม่ให้แสงสว่างส่องลงไปได้ลึก เป็นการลดปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงในการดูดน้ำในแหล่งน้ำบางแห่งน้ำที่ไหลเข้าจะพัดพาเอาตะกอนมาเป็นจำนวนมาก ทำให้น้ำขุ่นและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พืชใต้น้ำที่อยู่ในระดับน้ำลึกเน่าตาย เป็นการควบคุมปริมาณของพืชใต้น้ำโดยธรรมชาติ

5. ความกระด้างของน้ำ (hardness of water) ความกระด้างของน้ำ มีความสัมพันธ์กับความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) พรรณไม้น้ำส่วนใหญ่ ชอบขึ้นในบริเวณที่เป็นน้ำอ่อน บางชนิดชอบขึ้นในบริเวณที่เป็นน้ำกระด้างเล็กน้อยหรือกระด้างปานกลาง

6. ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH) พรรณไม้น้ำจะสามารถ ใช้ธาตุอาหารในน้ำได้ขึ้นอยู่กับระดับ pH ของน้ำ ส่วนใหญ่เจริญได้ดีในน้ำที่มีค่า pH ระหว่าง 6.5-7.4 pH ของน้ำต่ำหรือสูงเกินไปจะทำให้พืชไม่สามารถเจริญได้ดี

7. ปริมาณก๊าซ (gas content) ก๊าซออกซิเจนช่วยในการหายใจของพรรณไม้น้ำ เมื่อไม่มีแสงสว่างการสังเคราะห์แสงจะหยุดลง พืชน้ำที่อยู่ในน้ำจะดูดก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ส่วนพรรณไม้น้ำที่เจริญอยู่เหนือผิวน้ำส่วนใหญ่สังเคราะห์แสงในเวลากลางวัน ส่วนก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์ช่วยในการสังเคราะห์แสง การเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซนี้ในน้ำมีผลต่อค่า pH และความกระด้างของน้ำ เนื่องจากก๊าซนี้ เมื่อละลายน้ำจะได้กรดคาร์บอนิก พรรณไม้น้ำเจริญได้ดีในก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ค่อนข้างสูงประมาณ 5-15 มิลลิกรัมต่อลิตรหากสูงกว่า 6 มิลลิกรัมต่อลิตรอาจเป็นอันตรายต่อปลาและสัตว์ชนิดอื่นๆ

8. การเคลื่อนที่ของน้ำ (movement of water) เกิดจากการไหลของกระแสน้ำและกระแสลม พืชน้ำที่ชอบขึ้นในแหล่งน้ำไหล มักมีรากยึดเกาะแน่น ใบเหนียว หรือพริ้วไปตามกระแสน้ำ ส่วนพืชน้ำที่ชอบขึ้นในแหล่งน้ำนิ่งใบจะแผ่รับแสงแดดได้เต็มที่ อาจเปราะบางฉีกขาดได้กระแสลมก็มีส่วนสำคัญในการพัดพาน้ำและพืชน้ำประเภทลอยน้ำให้แพร่ขยายออกไปไกล

9. สภาพพื้นท้องน้ำ (nature of substratum) พื้นผิวล่างของแหล่งน้ำอาจเป็นกรวด ทราย หิน ดิน โคลน หรือซากเน่าเปื่อยของพืช ที่ทับถมกันพื้นผิวแต่ละอย่างมีคุณสมบัติต่างกันและมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำแต่ละชนิดซึ่งชอบยึดเกาะกับผิวล่างต่างชนิดกัน

**การบรรจุพรรณไม้น้ำเพื่อการส่งออก**

การส่งออกพรรณไม้น้ำเป็นอาชีพหนึ่งซึ่งเริ่มได้รับความสนใจมากขึ้น มูลค่าการส่งออกในปี 2546 มีมูลค่าประมาณ 18.5 ล้านบาท (กรมศุลกากร และกรมวิชาการเกษตร, 2546) โดยที่พรรณไม้น้ำมีลำต้นและใบอวบน้ำ บอบบาง เสียหายง่าย และเหี่ยวเฉาง่าย ในการบรรจุหีบห่อจึงต้องทำด้วยความประณีตพิถีพิถัน ซึ่งวิธีการบรรจุหีบห่อเพื่อการขนส่งนั้น สามารถดำเนินการได้ดังนี้ (วันเพ็ญ และกาญจนรี, 2543)

1. การบรรจุลงถุงพลาสติก ต้นไม้แต่ละชนิดที่คัดแยกชนิด นับจำนวน และทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำแล้ว ต้องรีบนำบรรจุลงถุงพลาสติก เพื่อป้องกันไม่ให้เหี่ยว ในการบรรจุต้องทำด้วยความระมัดระวังไม่ให้บอบช้ำ รีดอากาศออกจากถุงให้หมดและเทน้ำที่ติดค้างอยู่ออก ก่อนปิดปากถุงให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนิท ในกรณีที่เป็นการลำเลียงระยะใกล้ ๆ สามารถห่อพรรณไม้น้ำด้วยหนังสือพิมพ์ชุปน้ำ ซึ่งหนังสือพิมพ์เปียกน้ำจะเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ต้นไม้ได้เป็นอย่างดี ถ้าเป็นต้นไม้ที่มีใบและลำต้นแข็งแรงดีอาจบรรจุลงในกล่องได้โดยตรง เช่น อเมซอนใบกลม

2. การบรรจุกล่อง ในการใช้กล่องบรรจุพรรณไม้น้ำนั้น ถ้าเป็นการลำเลียงภายในประเทศหรือประเทศใกล้เคียงอาจใช้บรรจุในกล่องโฟม แต่ถ้าเป็นการส่งออกต่างประเทศนิยมใช้กล่องกระดาษที่บรรจุโฟมไว้ด้านในและภายในกล่องอาจจะใช้น้ำแข็งก้อนแบน ๆ ใส่ไว้ที่พื้นกล่องเพื่อปรับอุณหภูมิอากาศในกล่องให้ต่ำลง (ใช้น้ำแข็งบรรจุในถุงพลาสติก ปิดปากถุงให้สนิทห่อด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์เพื่อป้องกันน้ำแข็งสัมผัสกับต้นไม้โดยตรง แล้วจึงใส่ถุงพลาสติกที่ปิดปากถุงอีกชั้นหนึ่ง) เมื่อเตรียมกล่องและวางน้ำแข็งไว้ที่พื้นก้นกล่องเรียบร้อยแล้ว นำถุงพลาสติกที่บรรจุพรรณไม้น้ำลงเรียงในกล่องให้เต็ม ปิดฝากล่องติดกระดาษกาวให้สนิทพร้อมที่จะขนส่ง

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของอเมซอนใบด่าง**

อเมซอนใบด่าง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Echinodorus cordifolius* เป็นพรรณไม้น้ำที่มีถิ่นกำเนิดในเขตอบอุ่นทางตอนใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกา และบางส่วนของเมกซิโก เป็นพืชที่อยู่ใต้น้ำ แต่มักนำมาปลูกบนดินชื้นแฉะแทนการปลูกใต้น้ำ อเมซอนใบด่างจะมีการพัฒนา ไรโซม (rhizome) ที่หนาและมีระบบรากแน่น บนรากจะมีตุ่มเล็กๆ ทรงรีเห็นได้ชัดจำนวนมาก ในเขตหนาวจะพบว่าพืชชนิดนี้จะทิ้งใบในฤดูหนาว

ใบของอเมซอนใบด่าง 2-3 ใบจะมีขนาดยาว 40-70 ซม. เจริญอยู่เหนือผิวน้ำ แต่โดยทั่วไปแผ่นใบจะมีรูปร่างกลมรีรูปหัวใจ ขนาดยาว 15-20 ซม. กว้าง 10-15 ซม. และก้านใบจะสั้นกว่าแผ่นใบ

ช่อดอกของอเมซอนใบด่างจะเป็นแบบ raceme ดอกที่มีสีขาวขนาด 20-25 มม. ดอกจะผสมตัวเอง เมล็ดที่เกิดขึ้นสามารถงอกได้ทันทีโดยไม่มีการพักตัว ใบและรากจะพัฒนาจากข้อของช่อดอกในเวลาใกล้เคียงกับเมื่อดอกปรากฏ

การปลูกอเมซอนใบด่าง ควรปลูกในที่มีแสงปานกลาง อุณหภูมิน้ำระหว่าง 15-20 องศาเซลเซียส การปลูกขยายพันธุ์อาจใช้เมล็ด หรือจากต้นอ่อนที่เกิดบนช่อดอก (Rataj and Horeman, 1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# อุปกรณ์และวิธีการ

## อุปกรณ์

1. พืชทดสอบได้แก่ อเมซอนใบด่าง (*Echinodorus cordifolius*) อายุ 2 เดือน
2. กระบอกพลาสติกมีฝาปิดสนิทขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว สูง 12 นิ้ว ด้านล่างของกระบอกปิดด้วยกระดาษทึบสีดำขนาดกว้าง 2 นิ้ว
3. วัสดุปลูกได้แก่ เพอร์ไลท์ (perite) และเจล (ดินวิทยาศาสตร์)
4. สารละลายธาตุอาหารสูตรดัดแปลง Coic-lesaint (อิทธิสุนทร, 2538) (ภาคผนวก ก)

## วิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนทดลองแบบ 3x4 factorial in CRD จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยการทดลอง 2 ปัจจัย

ปัจจัยที่ 1 คือ ชนิดของวัสดุปลูก 3 ชนิด ได้แก่

- เพอร์ไลท์ (perite)
- เพอร์ไลท์ผสมเจล (ดินวิทยาศาสตร์) สัดส่วน 1:1 (โดยปริมาตร)
- เพอร์ไลท์ผสมเจล (ดินวิทยาศาสตร์) สัดส่วน 1:2 (โดยปริมาตร)

ปัจจัยที่ 2 คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารสูตรดัดแปลง Coic-lesaint 4 ระดับ ได้แก่ 0, 0.2, 0.4, 0.6 mS/cm

2. การดำเนินการทดลอง

2.1 การคัดเลือกและทำความสะอาดพืชทดสอบ

คัดเลือกต้นอเมซอนใบด่างขนาดใกล้เคียงกัน จำนวนต้น 216 ต้น ความสูงแต่ละต้นประมาณ 20-22 ซม. นำมาคัดใบเสียทิ้ง โดยให้มีใบเหลืออยู่อย่างน้อย 2-3 ใบ ต่อต้น ตัดส่วนรากให้มีความยาวเหลือประมาณ 2 ซม. จากนั้นนำมาล้างน้ำสะอาด 2-3 ครั้ง

2.2 การฆ่าเชื้อ

นำต้นอเมซอนใบด่างจากข้อ 2.1 ไปแช่ในสารละลายคาร์บาริล (เซฟวิน 85) ความเข้มข้น 1 กรัม/ลิตร เป็นเวลา 30 วินาที ก่อนแช่ในสารละลายด่างทับทิม (สีบานเย็น) เป็นเวลา 30 วินาที เพื่อกำจัดโรคและแมลง

2.3 การบรรจุ

นำต้นอเมซอนใบด่างจากข้อ 2.2 มาวางบนกระดาษทิ้งให้สะเด็ดน้ำก่อนบรรจุต้นลงในกระบอกพลาสติก ซึ่งมีวัสดุปลูกและสารละลายธาตุอาหารตามที่กำหนดในสิ่งทดลองกระบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละ 1 ต้น จำนวน 6 ต้น ต่อซ้ำ ปิดฝากระบอกให้สนิทหลังการบรรจุ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพืชทดสอบและบันทึกข้อมูล เป็นเวลา 7 สัปดาห์ (หลังจากระยะเวลาดังกล่าวใบส่วนใหญ่แสดงอาการเน่าเสีย และ มีจุด)

3. การบันทึกข้อมูล

ทำการบันทึกข้อมูลลักษณะทางลำต้นของอเมซอนใบด่าง เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตที่เปลี่ยนแปลงไปของพืช ดังนี้

3.1 จำนวนใบ นับจำนวนใบทั้งหมดของพืชทดสอบที่มีอยู่ในแต่ละต้น เมื่อเริ่มการทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เพื่อหาจำนวนใบที่เพิ่ม

3.2 พื้นที่ใบ วัดเฉพาะใบที่ทำเครื่องหมายไว้ 1 ใบ ต่อต้น เมื่อเริ่มการทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เพื่อหาพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้น การวัดพื้นที่ใบกระทำโดยวัดค่าความยาว และความกว้างของใบที่กำหนดแล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณพื้นที่ใบโดยเทียบกับค่าจากกราฟมาตรฐาน (ภาคผนวก ข)

3.3 จำนวนใบเสีย ตรวจสอบและนับจำนวนใบเสียของพืชที่เกิดขึ้นทุก 2 วัน บันทึกเป็นค่าใบเสียสะสม กำหนดให้ใบเสียหมายถึงใบที่เริ่มมีจุด หรือมีการเปลี่ยนสี

3.4 ความสูงของต้น วัดความสูงของต้นจากโคนต้นบริเวณที่ติดกับรากจนถึงปลายใบที่สูงที่สุด เมื่อเริ่มการทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เพื่อหาความสูงที่เพิ่มขึ้น

3.5 ความยาวราก วัดความยาวรากเมื่อเริ่มการทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เพื่อหาความยาวรากที่เพิ่มขึ้น

3.6 น้ำหนักแห้ง หาน้ำหนักแห้งของพืชทั้งต้นหลังจากสิ้นสุดการทดลอง โดยนำต้นพืชไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan' s New Multiple Range Test (DMRT)

**สถานที่และเวลาทำการทดลอง**

ทำการทดลองที่ห้องทดลอง ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ระหว่างเดือนกรกฎาคม – เดือนกันยายน พ.ศ. 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลอง

### จำนวนใบ

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นของอเมซอนใบด่างที่ใช้วัสดุปลูกที่ต่างกันมีผลทำให้จำนวนใบที่เพิ่มขึ้นต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยวัสดุปลูกที่เป็นเพอร์ไลท์เดี่ยวทำให้จำนวนใบเพิ่มขึ้นมากที่สุด และวัสดุผสมระหว่างเพอร์ไลท์และเจล ในสัดส่วน 1:1 และ 1:2 ทำให้จำนวนใบเพิ่มขึ้นในลำดับรองลงมา ของทุกระดับความเข้มข้นของธาตุอาหาร สำหรับการทดสอบผลของความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพบว่า ไม่มีผลให้การเพิ่มขึ้นของจำนวนใบแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ความเข้มข้น 0 และ 0.2 mS/cm ทำให้จำนวนใบเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด โดยเฉพาะปลูกในวัสดุผสมระหว่างเพอร์ไลท์และเจล ในสัดส่วน 1:2 ซึ่งจำนวนใบมีค่าติดลบ เนื่องจากในระหว่างการทดลองมีจำนวนใบที่เกิดใหม่น้อยกว่าใบที่เน่าเสียหาย

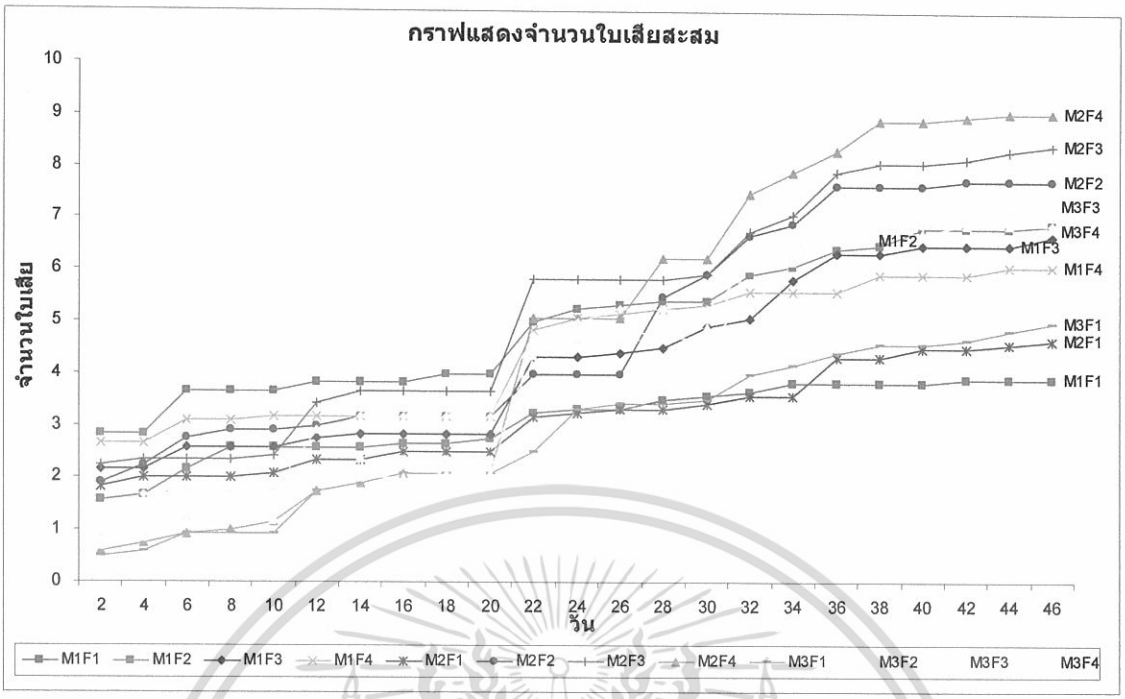
แม้ว่าการใช้วัสดุผสมระหว่างเพอร์ไลท์และเจล ในสัดส่วน 1:2 มีผลให้จำนวนใบเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดก็ตามแต่ พบว่า จำนวนใบเสียของใบอเมซอนใบด่างเกิดขึ้นน้อยกว่า การใช้เพอร์ไลท์และเจล ในสัดส่วน1:1 ในขณะที่ การใช้เพอร์ไลท์เดี่ยวทำให้มีการเสียของใบพืชเกิดขึ้นน้อยที่สุด (ภาพที่ 1)

**ตารางที่ 3** จำนวนใบที่เพิ่มขึ้นของอเมซอนใบด่าง เมื่อใช้วัสดุปลูกแตกต่างกัน 3 ชนิด และให้สารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน 4 ระดับ

| ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (mS/cm) | วัสดุปลูก | | | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| | เพอร์ไลท์ | เพอร์ไลท์:เจล 1:1 | เพอร์ไลท์:เจล 1:2 | |
| 0 | 1.25 | 3.00 | -0.75 | 1.17[a] |
| 0.2 | 2.00 | 2.58 | -0.50 | 1.36[a] |
| 0.4 | 4.25 | 1.00 | 1.42 | 2.22[a] |
| 0.6 | 4.25 | 0.75 | 0.42 | 1.81[a] |
| เฉลี่ย | 2.94[a] | 1.83[b] | 0.15[c] | |

**หมายเหตุ**:ตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่** 1 แสดงจำนวนใบเสียสะสมตลอดระยะการทดลองเป็นเวลา 46 วัน

หมายเหตุ M1-M3 หมายถึง วัสดุปลูก 3 ชนิด ได้แก่ เพอร์ไลท์, เพอร์ไลท์ : เจล = 1:1 และ เพอร์ไลท์ : เจล = 1:2

F1-F4 หมายถึง ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร 4 ระดับ ได้แก่ 0, 0.2, 0.4, และ 0.6 mS/cm

ใบดี ใบเสีย

**ภาพที่** 2 แสดงลักษณะใบดีและใบเสียของอเมซอนใบด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**พื้นที่ใบ**

การใช้วัสดุปลูกที่แตกต่างกัน ไม่มีผลให้การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ใบ (ใบที่กำหนด) แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4) แต่พบว่า พื้นที่ใบจะเพิ่มขึ้นมากที่สุด เมื่อใช้วัสดุผสมระหว่างเพอร์ไลท์และเจล ในสัดส่วน 1:2 ในขณะที่เพอร์ไลท์เดี่ยว และวัสดุผสมระหว่างเพอร์ไลท์และเจล ในสัดส่วน 1:1 ทำให้พื้นที่ใบเพิ่มขึ้น 0.27 และ 0.17 ตร.ซม. ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในเรื่องความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ต่างกันพบว่า พื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้นของพืชทดสอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่พบว่า การให้สารละลายธาตุอาหารที่ความเข้มข้น 0.6 mS/cm ทำให้พื้นที่ใบเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาได้แก่การให้สารละลายธาตุอาหารที่ความเข้มข้น 0.4, 0 และ 0.2 mS/cm ตามลำดับ สำหรับค่าพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้นมีค่าติดลบ เนื่องจากใบที่ทำการวัดค่ามีสภาพเหี่ยวเฉาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

**ตารางที่ 4** พื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้นของอเมซอนใบด่าง (ตร.ซม.) เมื่อใช้วัสดุปลูกแตกต่างกัน 3 ชนิด และให้สารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน 4 ระดับ

| ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (mS/cm) | วัสดุปลูก | | | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| | เพอร์ไลท์ | เพอร์ไลท์:เจล 1:1 | เพอร์ไลท์:เจล 1:2 | |
| 0 | 0.37 | 0.93 | -0.35 | 0.31[a] |
| 0.2 | 0.30 | -0.31 | 0.44 | 0.14[a] |
| 0.4 | 0.08 | -0.02 | 1.05 | 0.37[a] |
| 0.6 | 0.34 | 0.07 | 1.28 | 0.56[a] |
| เฉลี่ย | 0.27[a] | 0.17[a] | 0.60[a] | |

**หมายเหตุ**:ตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ความสูงของต้น**

สำหรับการศึกษาความสูงของต้นพืชทดสอบ พบว่าจะเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 5) โดยวัสดุปลูกที่เป็นเพอร์ไลท์เดี่ยวทำให้ความสูงของต้นเพิ่มขึ้นมากที่สุดในทุกระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารโดยค่าเฉลี่ยความสูงของต้นที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 1 ซม. ในขณะที่วัสดุผสมระหว่างเพอร์ไลท์และเจล ในสัดส่วน 1:1 และ 1.2 ทำให้ความสูงของต้นเพิ่มขึ้นรองลงมาตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาในเรื่องความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า การให้สารละลายธาตุอาหารที่ความเข้มข้น 0, 0.4 และ 0.6 mS/cm มีแนวโน้มทำให้ความสูงของต้นเพิ่มมากขึ้นเท่ากับ 0.14, 0.38 และ 1.17 ซม.ตามลำดับ และความสูงของพืชจะเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดเท่ากับ 0.11 ซม. เมื่อใช้สารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้น 0.2 mS/cm ค่าความสูงของต้นที่ติดลบ เกิดขึ้นเนื่องจากการวัดความสูงจะวัดจากโคนต้นจนถึงปลายใบสูงสุด ซึ่งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อเมซอนใบด่างบางต้นใบสูงสุดเน่าเสียหาย จึงทำให้ค่าความสูงที่วัดมีค่าลดลง

**ตารางที่ 5** ความสูงของต้นที่เพิ่มขึ้นของอเมซอนใบด่าง (ซม.) เมื่อใช้วัสดุปลูกแตกต่างกัน 3 ชนิด และให้สารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน 4 ระดับ

| ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (mS/cm) | วัสดุปลูก | | | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| | เพอร์ไลท์ | เพอร์ไลท์:เจล 1:1 | เพอร์ไลท์:เจล 1:2 | |
| 0 | 0.58 | 0.23 | -0.40 | 0.14[b] |
| 0.2 | 0.46 | 0.06 | -0.18 | 0.11[b] |
| 0.4 | 1.11 | -0.03 | 0.05 | 0.38[b] |
| 0.6 | 1.85 | 1.47 | 0.18 | 1.17[a] |
| เฉลี่ย | 1.00[a] | 0.43[ab] | -0.09[b] | |

**หมายเหตุ**:ตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ความยาวราก**

ความยาวรากของพืชทดสอบที่เพิ่มขึ้น ไม่มีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเมื่อเปรียบเทียบระหว่างวัสดุปลูกแต่ละชนิด (ตารางที่ 6) แต่การใช้เพอร์ไลท์เดี่ยวจะทำให้ความยาวรากเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดเท่ากับ 11.74 ซม. เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ต่างกัน พบว่า การให้สารละลายที่ระดับ 0-0.6 mS/cm ไม่มีผลให้ความยาวรากเพิ่มขึ้นแตกต่างกัน แต่การให้สารละลายธาตุอาหารที่ระดับ 0.6 mS/cm โดยใช้วัสดุผสมเพอร์ไลท์และเจล ในสัดส่วน 1:2 จะทำให้รากอเมซอนใบด่างเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ 14.00 ซม. และสารละลายธาตุอาหารที่ระดับ 0.6 mS/cm โดยใช้วัสดุเป็นเพอร์ไลท์เดี่ยวจะทำให้ความยาวรากเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดเท่ากับ 7.80 ซม.

**ตารางที่ 6** ความยาวรากที่เพิ่มขึ้นของอเมซอนใบด่าง (ซม.) เมื่อใช้วัสดุปลูกแตกต่างกัน 3 ชนิด และให้สารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน 4 ระดับ

| ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (mS/cm) | วัสดุปลูก | | | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| | เพอร์ไลท์ | เพอร์ไลท์:เจล 1:1 | เพอร์ไลท์:เจล 1:2 | |
| 0 | 13.12 | 11.28 | 8.63 | 11.01[a] |
| 0.2 | 12.95 | 13.90 | 13.17 | 13.34[a] |
| 0.4 | 13.19 | 12.69 | 12.55 | 12.81[a] |
| 0.6 | 7.80 | 11.64 | 14.00 | 11.15[a] |
| เฉลี่ย | 11.74[a] | 12.38[a] | 12.09[a] | |

**หมายเหตุ**:ตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**น้ำหนักแห้ง**

ตารางที่ 7 แสดงค่าน้ำหนักแห้งของพืชทดสอบเมื่อสิ้นสุดการทดลองซึ่งจะเห็นว่า การใช้วัสดุปลูกที่ต่างกันมีผลทำให้อเมซอนใบด่างมีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างทางสถิติ แต่การใช้เพอไลท์อย่างเดียว ทำให้น้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 1.262 กรัม และการใช้วัสดุผสมระหว่างเพอร์ไลท์และเจล ในสัดส่วน 1:2 จะทำให้น้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดเท่ากับ 1.128 กรัม สำหรับการทดสอบผลของความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ต่างกันพบว่า ไม่มีผลให้การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักแห้งแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าน้ำหนักแห้งของต้นอเมซอนใบด่างที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ 1.415 กรัม เมื่อความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร เท่ากับ 0.2 mS/cm

**ตารางที่ 7** น้ำหนักแห้งของอเมซอนใบด่าง (กรัม) เมื่อใช้วัสดุปลูกแตกต่างกัน 3 ชนิด และให้สารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน 4 ระดับ

| ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (mS/cm) | วัสดุปลูก | | | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| | เพอร์ไลท์ | เพอร์ไลท์:เจล 1:1 | เพอร์ไลท์:เจล 1:2 | |
| 0 | 1.062 | 1.303 | 0.869 | 1.078[a] |
| 0.2 | 1.602 | 1.127 | 1.516 | 1.415[a] |
| 0.4 | 1.075 | 1.338 | 1.136 | 1.183[a] |
| 0.6 | 1.310 | 1.012 | 0.993 | 1.105[a] |
| เฉลี่ย | 1.262[a] | 1.195[a] | 1.128[a] | |

**หมายเหตุ**:ตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# วิจารณ์

จากการศึกษาวัสดุปลูกที่แตกต่างกันทั้ง 3 ชนิด แม้ว่าผลการทดลองจะไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่มีแนวโน้มที่แสดงให้เห็นว่า วัสดุที่ทำให้จำนวนใบเกิดขึ้นใหม่มากที่สุด และมีจำนวนใบเสียน้อยที่สุดตลอดระยะเวลาทดลอง คือ การใช้เพอร์ไลท์เดี่ยว นอกจากนี้อเมซอนใบด่างที่ปลูกโดยใช้เพอร์ไลท์เดี่ยวเป็นวัสดุปลูกจะมีต้นที่อวบ แข็งแรง กว่าการใช้วัสดุปลูกชนิดอื่นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง การที่การใช้เพอร์ไลท์เป็นวัสดุปลูกแล้วให้ผลดีกว่าวัสดุอื่นน่าจะเนื่องจากมาจากคุณสมบัติของเพอร์ไลท์ที่อุ้มน้ำได้ดี ขณะเดียวกันก็ปลดปล่อยน้ำและธาตุอาหารให้แก่พืชปลูกได้ง่าย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สรุป

วัสดุปลูกที่ทำให้จำนวนใบของอเมซอนใบด่างเพิ่มมากขึ้นที่สุด และมีผลให้การเสื่อมเสียของใบเกิดขึ้นน้อยที่สุดตลอดระยะเวลาในการทดลอง คือ เพอร์ไลท์เดี่ยว เมื่อศึกษาถึงธาตุอาหารที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันพบว่า ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชทดลอง ยกเว้น ความยาวราก พบว่า ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่เพิ่มขึ้นมีผลโดยตรงต่อความยาวรากของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2538. พรรณไม้น้ำในประเทศไทย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 154 หน้า.

กรมศุลกากร และกรมวิชาการเกษตร. มูลค่าการส่งออกปี 2543-2546 ของปลาสวยงามและพรรณไม้น้ำ. [http://www.fisheries.go.th/planning/fish.doc.] วันที่ 23 มกราคม 2549.

กาญจนรี พงษ์ฉวี. 2546. การปลูกพรรณไม้น้ำในแปลงเพาะพันธุ์. [http://www.nicaonline.com] วันที่ 23 มกราคม 2549.

วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และกาญจนรี พงษ์ฉวี. 2543. พรรณไม้น้ำสวยงาม. สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำ ฝ่ายเผยแพร่ กองส่งเสริมการประมง กรมประมง. กรุงเทพฯ. 122 หน้า.

สุมิตรา ภู่วโรดม. 2542. เอกสารประกอบการฝึกอบรมการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รุ่นที่ 2. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 159 หน้า.

องค์การสวนพฤกษศาสตร์. 2547. พรรณไม้น้ำบึงบอระเพ็ด. องค์การสวนพฤกษศาสตร์. สำนักนายกรัฐมนตรีกรุงเทพ.127 หน้า.

Rataj, K. and T.J. Horeman. 1977. Aquariam Plant: Their Identification, Cultivation and Ecology. T.F.H Publ. Inc., West Sylvania. 448 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

100089

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก

## สารละลายธาตุอาหารดัดแปลงจากสูตร Coic-lesaint

สารละลายธาตุอาหาร A 20 ลิตร

สารละลายธาตุอาหาร B 20 ลิตร

**ตารางผนวกที่ ก.1** แสดงสารละลายธาตุอาหารดัดแปลงจากสูตร Coic-lesaint

| สารละลาย | ธาตุอาหาร | ปริมาณใน 20 ลิตร (กรัม) | ค่า pH |
|---|---|---|---|
| A | $CaNO_3$ | 942 | 4 |
| | FeEDTA (เหล็ก 12%) | 26.89 | |
| B | $KNO_3$ | 448.96 | 4.5 |
| | $KH_2PO_4$ | 163.25 | |
| | Mg | 261.93 | |
| | Zn | 1.1891 | |
| | Cu | 0.2541 | |
| | Mn | 3.5484 | |
| | B | 2.2235 | |
| | Mo | 0.0858 | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ส่วนผสมของสารละลายธาตุอาหารในแต่ละระดับความเข้มข้น**

สารละลายธาตุอาหารในแต่ละระดับความเข้มข้น (0-0.6 mS/cm) ที่ใช้ในการทดลองจะได้จากการผสมสารละลาย A, B และ น้ำ ในปริมาณรวม 5 ลิตร โดยสัดส่วนของสารละลาย A และ B ในแต่ละระดับความเข้มข้น ปรากฏตามตารางผนวกที่ ก.2

**ตารางผนวกที่ ก.2** แสดงส่วนผสมของสารละลายธาตุอาหารในแต่ละระดับความเข้มข้น

| ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (mS/cm) | ปริมาณสารละลาย A และ B (มล.) ในสารละลายธาตุอาหาร 5 ลิตร | |
|---|---|---|
| | A | B |
| 0 | 0 | 0 |
| 0.2 | 5 | 5 |
| 0.4 | 10 | 10 |
| 0.6 | 15 | 15 |

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

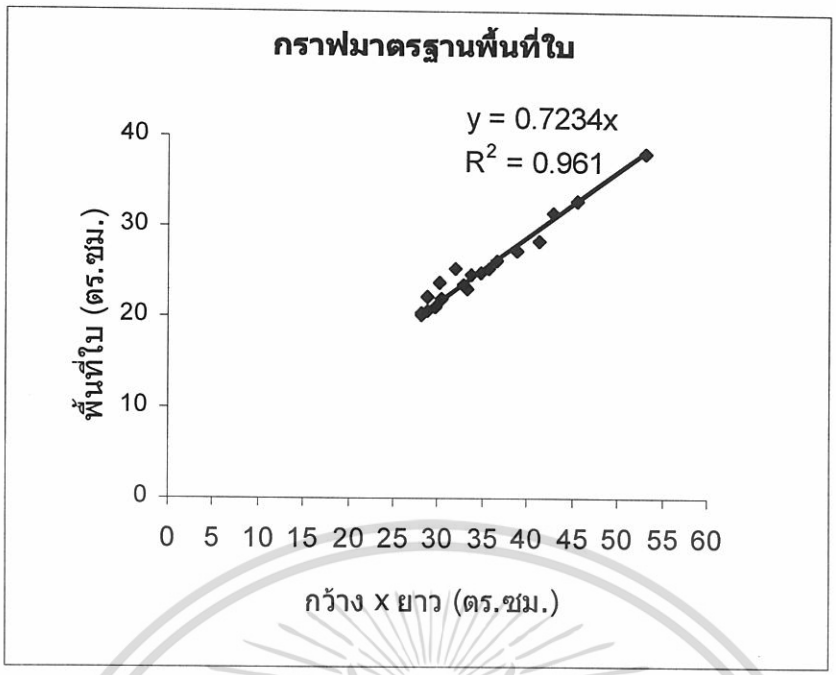
# ภาคผนวก ข

## กราฟมาตรฐานพื้นที่ใบ

นำใบอเมซอนใบด่างขนาดต่าง ๆ กันมาวัดความกว้าง และความยาวใบ จากนั้นนำไปวัดค่าพื้นที่ด้วยเครื่องวัดพื้นที่ใบ (Leaf area meter) นำค่าที่ได้มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลคูณของความกว้าง x ความยาว กับพื้นที่ใบ

| ใบที่ | ความกว้าง (ซม.) | ความยาว (ซม.) | ความกว้าง x ความยาว (ตร.ซม.) | ค่าพื้นที่ใบจากเครื่องวัด (ตร.ซม.) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 4.00 | 8.00 | 32.00 | 25.25 |
| 2 | 3.90 | 7.60 | 29.64 | 21.16 |
| 3 | 3.90 | 8.40 | 32.76 | 23.61 |
| 4 | 4.10 | 8.90 | 36.49 | 26.21 |
| 5 | 4.40 | 8.80 | 38.72 | 27.33 |
| 6 | 4.00 | 7.50 | 30.00 | 23.80 |
| 7 | 3.90 | 7.20 | 28.08 | 20.21 |
| 8 | 3.70 | 7.80 | 28.86 | 22.15 |
| 9 | 4.20 | 8.00 | 33.60 | 24.62 |
| 10 | 3.60 | 8.00 | 28.80 | 20.64 |
| 11 | 4.20 | 7.90 | 33.18 | 23.11 |
| 12 | 4.70 | 9.70 | 45.59 | 32.97 |
| 13 | 5.10 | 10.40 | 53.04 | 38.18 |
| 14 | 4.50 | 7.40 | 33.30 | 23.01 |
| 15 | 4.00 | 7.60 | 30.40 | 21.96 |
| 16 | 4.20 | 8.50 | 35.70 | 25.44 |
| 17 | 3.90 | 7.20 | 28.08 | 20.51 |
| 18 | 4.40 | 9.40 | 41.36 | 28.52 |
| 19 | 4.40 | 7.90 | 34.76 | 24.96 |
| 20 | 4.80 | 8.90 | 42.72 | 31.50 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ค

**ตารางผนวกที่ ค.1** แสดงจำนวนใบของอเมซอนใบด่างที่เพิ่มขึ้นเมื่อเริ่มต้น สิ้นสุดการทดลองและผลต่าง

| สิ่งทดลอง | จำนวนใบ | | |
|---|---|---|---|
| | เริ่มต้น (ซม.) | สิ้นสุด (ซม.) | ผลต่าง (ซม.) |
| M1F1R1 | 2.00 | 3.50 | 1.50 |
| M1F1R2 | 2.25 | 4.00 | 1.75 |
| M1F1R3 | 4.00 | 4.50 | 0.50 |
| M1F2R1 | 4.75 | 6.00 | 1.25 |
| M1F2R2 | 4.50 | 6.00 | 1.50 |
| M1F2R3 | 3.50 | 6.75 | 3.25 |
| M1F3R1 | 3.00 | 7.75 | 4.75 |
| M1F3R2 | 3.50 | 7.75 | 4.25 |
| M1F3R3 | 3.25 | 7.00 | 3.75 |
| M1F4R1 | 3.50 | 7.75 | 4.25 |
| M1F4R2 | 3.75 | 7.25 | 3.50 |
| M1F4R3 | 2.75 | 7.75 | 5.00 |
| M2F1R1 | 2.25 | 3.75 | 1.50 |
| M2F1R2 | 3.50 | 7.75 | 4.25 |
| M2F1R3 | 3.50 | 6.75 | 3.25 |
| M2F2R1 | 4.00 | 10.25 | 6.25 |
| M2F2R2 | 4.00 | 4.75 | 0.75 |
| M2F2R3 | 3.50 | 4.25 | 0.75 |
| M2F3R1 | 5.25 | 6.00 | 0.75 |
| M2F3R2 | 4.25 | 5.25 | 1.00 |
| M2F3R3 | 4.00 | 5.25 | 1.25 |
| M2F4R1 | 3.75 | 5.25 | 1.50 |
| M2F4R2 | 5.25 | 4.50 | -0.75 |
| M2F4R3 | 3.25 | 4.75 | 1.50 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ ค.1** (ต่อ)

| สิ่งทดลอง | จำนวนใบ | | |
|---|---|---|---|
| | เริ่มต้น (ซม.) | สิ้นสุด (ซม.) | ผลต่าง (ซม.) |
| M3F1R1 | 2.50 | 1.75 | -0.75 |
| M3F1R2 | 3.25 | 2.00 | -1.25 |
| M3F1R3 | 3.25 | 3.00 | -0.25 |
| M3F2R1 | 3.25 | 3.00 | -0.25 |
| M3F2R2 | 3.75 | 2.50 | -1.25 |
| M3F2R3 | 3.50 | 3.50 | 0.00 |
| M3F3R1 | 3.00 | 3.25 | 0.25 |
| M3F3R2 | 2.75 | 4.00 | 1.25 |
| M3F3R3 | 4.00 | 3.75 | -0.25 |
| M3F4R1 | 2.50 | 3.50 | 1.00 |
| M3F4R2 | 2.00 | 4.25 | 2.25 |
| M3F4R3 | 3.50 | 4.50 | 1.00 |

**หมายเหตุ** M1-M3 หมายถึง วัสดุปลูก 3 ชนิด ได้แก่ เพอร์ไลท์, เพอร์ไลท์ : เจล = 1:1 และเพอร์ ไลท์ : เจล =1:2
F1-F4 หมายถึง ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร 4 ระดับ ได้แก่ 0, 0.2, 0.4 และ 0.6 mS/cm
R1-R3 หมายถึง ซ้ำที่ 1, 2 และ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ ค.2** แสดงค่าพื้นที่ใบของอเมซอนใบด่างเมื่อเริ่มต้น สิ้นสุดการทดลอง และผลต่าง

| สิ่งทดลอง | พื้นที่ใบ | | |
|---|---|---|---|
| | เริ่มต้น (ซม.) | สิ้นสุด (ซม.) | ผลต่าง (ซม.) |
| M1F1R1 | 9.48 | 9.97 | 0.49 |
| M1F1R2 | 7.20 | 7.66 | 0.46 |
| M1F1R3 | 6.64 | 6.79 | 0.15 |
| M1F2R1 | 8.52 | 8.33 | -0.18 |
| M1F2R2 | 8.79 | 9.33 | 0.54 |
| M1F2R3 | 5.94 | 6.47 | 0.53 |
| M1F3R1 | 9.11 | 9.08 | -0.03 |
| M1F3R2 | 10.21 | 9.57 | -0.64 |
| M1F3R3 | 8.44 | 9.35 | 0.91 |
| M1F4R1 | 7.52 | 7.85 | 0.33 |
| M1F4R2 | 9.54 | 10.68 | 1.14 |
| M1F4R3 | 9.08 | 8.63 | -0.46 |
| M2F1R1 | 6.10 | 6.66 | 0.55 |
| M2F1R2 | 7.37 | 8.95 | 1.58 |
| M2F1R3 | 7.32 | 8.13 | 0.80 |
| M2F2R1 | 6.75 | 7.03 | 0.28 |
| M2F2R2 | 8.29 | 3.94 | -4.35 |
| M2F2R3 | 7.34 | 7.43 | 0. 09 |
| M2F3R1 | 8.03 | 7.54 | -0.49 |
| M2F3R2 | 7.42 | 6.89 | -0.52 |
| M2F3R3 | 6.67 | 6.29 | -0.38 |
| M2F4R1 | 7.43 | 7.67 | 0.24 |
| M2F4R2 | 9.79 | 10.23 | 0.44 |
| M2F4R3 | 5.07 | 5.23 | 0.15 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ ค.2** (ต่อ)

| สิ่งทดลอง | พื้นที่ใบ | | |
|---|---|---|---|
| | เริ่มต้น (ซม.) | สิ้นสุด (ซม.) | ผลต่าง (ซม.) |
| M3F1R1 | 9.46 | 9.17 | -0.30 |
| M3F1R2 | 7.00 | 7.18 | 0.18 |
| M3F1R3 | 7.83 | 6.88 | -0.94 |
| M3F2R1 | 7.47 | 8.02 | 0.55 |
| M3F2R2 | 10.76 | 11.22 | 0.46 |
| M3F2R3 | 9.34 | 9.63 | 0.29 |
| M3F3R1 | 10.33 | 11.05 | 0.72 |
| M3F3R2 | 7.96 | 8.99 | 1.04 |
| M3F3R3 | 7.32 | 9.41 | 2.09 |
| M3F4R1 | 7.71 | 9.22 | 1.51 |
| M3F4R2 | 5.97 | 6.90 | 0.92 |
| M3F4R3 | 8.26 | 8.97 | 0.71 |

**หมายเหตุ** M1-M3 หมายถึง วัสดุปลูก 3 ชนิด ได้แก่ เพอร์ไลท์, เพอร์ไลท์ : เจล = 1:1 และเพอร์ ไลท์ : เจล =1:2
F1-F4 หมายถึง ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร 4 ระดับ ได้แก่ 0, 0.2, 0.4 และ 0.6 mS/cm
R1-R3 หมายถึง ซ้ำที่ 1, 2 และ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ ค.3** แสดงค่าความสูงของต้นอเมซอนใบด่างเมื่อเริ่มต้น สิ้นสุดการทดลอง และผลต่าง

| สิ่งทดลอง | ความสูงของต้น | | |
|---|---|---|---|
| | เริ่มต้น (ซม.) | สิ้นสุด (ซม.) | ผลต่าง (ซม.) |
| M1F1R1 | 16.40 | 16.70 | 0.30 |
| M1F1R2 | 13.90 | 14.53 | 0.63 |
| M1F1R3 | 14.95 | 15.75 | 0.80 |
| M1F2R1 | 16.28 | 17.95 | 1.68 |
| M1F2R2 | 16.68 | 17.20 | 0.52 |
| M1F2R3 | 14.63 | 13.80 | -0.82 |
| M1F3R1 | 14.75 | 14.65 | -0.10 |
| M1F3R2 | 16.28 | 18.80 | 2.53 |
| M1F3R3 | 16.20 | 17.10 | 0.90 |
| M1F4R1 | 15.70 | 15.88 | 0.18 |
| M1F4R2 | 15.65 | 18.00 | 2.35 |
| M1F4R3 | 16.05 | 19.08 | 3.03 |
| M2F1R1 | 14.65 | 14.98 | 0.32 |
| M2F1R2 | 17.90 | 18.30 | 0.40 |
| M2F1R3 | 17.18 | 17.15 | -0.03 |
| M2F2R1 | 16.50 | 16.70 | 0.20 |
| M2F2R2 | 16.98 | 17.30 | 0.32 |
| M2F2R3 | 16.30 | 15.96 | -0.35 |
| M2F3R1 | 17.90 | 17.83 | -0.07 |
| M2F3R2 | 15.90 | 16.75 | 0.85 |
| M2F3R3 | 15.28 | 14.40 | -0.88 |
| M2F4R1 | 16.03 | 17.83 | 1.80 |
| M2F3R2 | 16.30 | 17.83 | 1.53 |
| M2F4R3 | 14.03 | 15.10 | 1.08 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ ค.3** (ต่อ)

| สิ่งทดลอง | ความสูงของต้น | | |
|---|---|---|---|
| | เริ่มต้น (ซม.) | สิ้นสุด (ซม.) | ผลต่าง (ซม.) |
| M3F1R1 | 17.25 | 16.58 | -0.68 |
| M3F1R2 | 15.30 | 14.88 | -0.43 |
| M3F1R3 | 17.08 | 16.98 | -0.10 |
| M3F2R1 | 16.68 | 16.75 | 0.07 |
| M3F2R2 | 16.93 | 17.00 | 0.07 |
| M3F2R3 | 16.90 | 16.20 | -0.70 |
| M3F3R1 | 16.18 | 16.33 | 0.15 |
| M3F3R2 | 15.55 | 15.43 | -0.13 |
| M3F3R3 | 16.95 | 17.08 | 0.13 |
| M3F4R1 | 17.95 | 17.73 | -0.22 |
| M3F4R2 | 16.53 | 16.48 | -0.05 |
| M3F4R3 | 15.85 | 16.68 | 0.83 |

**หมายเหตุ** M1-M3 หมายถึง วัสดุปลูก 3 ชนิด ได้แก่ เพอร์ไลท์, เพอร์ไลท์ : เจล = 1:1 และเพอร์ ไลท์ : เจล =1:2
F1-F4 หมายถึง ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร 4 ระดับ ได้แก่ 0, 0.2, 0.4 และ 0.6 mS/cm
R1-R3 หมายถึง ซ้ำที่ 1, 2 และ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ ค.4** แสดงค่าความยาวรากของอเมซอนใบด่างเมื่อเริ่มต้น สิ้นสุดการทดลอง. และผลต่าง

| สิ่งทดลอง | ความยาวราก | | |
|---|---|---|---|
| | เริ่มต้น (ซม.) | สิ้นสุด (ซม.) | ผลต่าง (ซม.) |
| M1F1R1 | 2.00 | 10.04 | 8.04 |
| M1F1R2 | 2.00 | 19.18 | 17.18 |
| M1F1R3 | 2.00 | 16.14 | 14.14 |
| M1F2R1 | 2.00 | 11.20 | 9.20 |
| M1F2R2 | 2.00 | 16.80 | 14.80 |
| M1F2R3 | 2.00 | 16.88 | 14.88 |
| M1F3R1 | 2.00 | 14.80 | 12.80 |
| M1F3R2 | 2.00 | 16.98 | 14.98 |
| M1F3R3 | 2.00 | 13.80 | 11.80 |
| M1F4R1 | 2.00 | 11.13 | 9.13 |
| M1F4R2 | 2.00 | 9.20 | 7.20 |
| M1F4R3 | 2.00 | 9.08 | 7.08 |
| M2F1R1 | 2.00 | 12.40 | 10.40 |
| M2F1R2 | 2.00 | 13.20 | 11.20 |
| M2F1R3 | 2.00 | 14.25 | 12.25 |
| M2F2R1 | 2.00 | 16.18 | 14.18 |
| M2F2R2 | 2.00 | 15.05 | 13.05 |
| M2F2R3 | 2.00 | 16.48 | 14.48 |
| M2F3R1 | 2.00 | 15.38 | 13.38 |
| M2F3R2 | 2.00 | 15.75 | 13.75 |
| M2F3R3 | 2.00 | 12.95 | 10.95 |
| M2F4R1 | 2.00 | 14.98 | 12.98 |
| M2F4R2 | 2.00 | 13.50 | 11.50 |
| M2F4R3 | 2.00 | 12.45 | 10.45 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ ค.4** (ต่อ)

| สิ่งทดลอง | ความยาวราก | | |
|---|---|---|---|
| | เริ่มต้น (ซม.) | สิ้นสุด (ซม.) | ผลต่าง (ซม.) |
| M3F1R1 | 2.00 | 16.33 | 14.33 |
| M3F1R2 | 2.00 | 7.48 | 5.48 |
| M3F1R3 | 2.00 | 8.08 | 6.08 |
| M3F2R1 | 2.00 | 14.00 | 12.00 |
| M3F2R2 | 2.00 | 15.15 | 13.15 |
| M3F2R3 | 2.00 | 16.35 | 14.35 |
| M3F3R1 | 2.00 | 14.15 | 12.15 |
| M3F3R2 | 2.00 | 14.33 | 12.33 |
| M3F3R3 | 2.00 | 15.18 | 13.18 |
| M3F4R1 | 2.00 | 14.95 | 12.95 |
| M3F4R2 | 2.00 | 16.55 | 14.55 |
| M3F4R3 | 2.00 | 16.50 | 14.50 |

**หมายเหตุ** M1-M3 หมายถึง วัสดุปลูก 3 ชนิด ได้แก่ เพอร์ไลท์, เพอร์ไลท์ : เจล = 1:1 และเพอร์ ไลท์ : เจล =1:2
F1-F4 หมายถึง ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร 4 ระดับ ได้แก่ 0, 0.2, 0.4 และ 0.6 mS/cm
R1-R3 หมายถึง ซ้ำที่ 1, 2 และ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ ค.5** แสดงค่าน้ำหนักแห้งของอเมซอนใบด่างเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และค่าเฉลี่ยของแต่ละซ้ำ

| สิ่งทดลอง | น้ำหนักแห้ง (กรัม) | ค่าเฉลี่ย (กรัม) |
|---|---|---|
| M1F1R1 | 1.166 | 0.292 |
| M1F1R2 | 0.893 | 0.223 |
| M1F1R3 | 1.128 | 0.282 |
| M1F2R1 | 1.796 | 0.449 |
| M1F2R2 | 1.288 | 0.322 |
| M1F2R3 | 1.721 | 0.430 |
| M1F3R1 | 1.583 | 0.396 |
| M1F3R2 | 0.718 | 0.180 |
| M1F3R3 | 0.923 | 0.231 |
| M1F4R1 | 1.697 | 0.424 |
| M1F4R2 | 1.266 | 0.317 |
| M1F4R3 | 0.966 | 0.242 |
| M2F1R1 | 0.728 | 0.182 |
| M2F1R2 | 1.201 | 0.300 |
| M2F1R3 | 1.981 | 0.495 |
| M2F2R1 | 1.164 | 0.291 |
| M2F2R2 | 1.248 | 0.312 |
| M2F2R3 | 0.970 | 0.243 |
| M2F3R1 | 1.201 | 0.300 |
| M2F3R2 | 1.945 | 0.486 |
| M2F3R3 | 0.869 | 0.217 |
| M2F4R1 | 0.916 | 0.229 |
| M2F4R2 | 1.361 | 0.340 |
| M2F4R3 | 0.758 | 0.190 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ ค.5** (ต่อ)

| สิ่งทดลอง | น้ำหนักแห้ง (กรัม) | ค่าเฉลี่ย (กรัม) |
|---|---|---|
| M3F1R1 | 0.763 | 0.191 |
| M3F1R2 | 0.912 | 0.228 |
| M3F1R3 | 0.932 | 0.233 |
| M3F2R1 | 1.346 | 0.337 |
| M3F2R2 | 1.437 | 0.359 |
| M3F2R3 | 1.766 | 0.442 |
| M3F3R1 | 0.819 | 0.205 |
| M3F3R2 | 1.432 | 0.358 |
| M3F3R3 | 1.156 | 0.289 |
| M3F4R1 | 1.163 | 0.291 |
| M3F4R2 | 0.879 | 0.220 |
| M3F4R3 | 0.936 | 0.234 |

**หมายเหตุ** M1-M3 หมายถึง วัสดุปลูก 3 ชนิด ได้แก่ เพอร์ไลท์, เพอร์ไลท์ : เจล = 1:1 และเพอร์ ไลท์ : เจล =1:2
F1-F4 หมายถึง ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร 4 ระดับ ได้แก่ 0, 0.2, 0.4 และ 0.6 mS/cm
R1-R3 หมายถึง ซ้ำที่ 1, 2 และ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล : นางสาวทัศนีวรรณ์ สันเทพ

วันเดือนปีเกิด : 15 ธันวาคม 2525

ที่อยู่ตามสำเนาทะเบียนบ้าน : 30 ม. 3 ต. ในเมือง อ. บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น 40110

โทรศัพท์ : 0-4332-9874

ที่อยู่ปัจจุบัน : 131/18 คงสินอพาร์ทเมนท์ ซ. บุญปรารภ ถ. ราชปรารภ แขวงมักกะสัน เขต ราชเทวี กรุงเทพ 10400

โทรศัพท์ : 0-4704-2402

การศึกษา : พ.ศ. 2532-2537 ระดับประถมศึกษาโรงเรียนบ้านไผ่ประถมประถมศึกษา จังหวัดขอนแก่น

พ.ศ. 2538-2540 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น

พ.ศ.2541-2543 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (มอดินแดง) จังหวัดขอนแก่น

พ.ศ. 2545 ระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้