สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ผลของชนิดวัสดุปลูกและอัตราปุ๋ยต่อการยืดอายุอเมซอนใบด่างเพื่อการส่งออก

Effect of Media and Fertilizer on Shelf Life of *Echinodorus Cordifolius* for Exporting

โดย

นางสาวกนกวรรณ แก้วมาตย์

TT102687

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.อุมา แสงคร้าม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วน
ก125 ป
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 102687
วัน,เดือน,ปี 18 ส.ค. 2552

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่)

พุทธศักราช 2549

b19037A49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

ผลของชนิดวัสดุปลูกและอัตราปุ๋ยต่อการยืดอายุอเมซอนใบด่างเพื่อการส่งออก

Effect of Media and Fertilizer on Shelf Life of *Echinodorus Cordifolius* for Exporting

โดย

นางสาวกนกวรรณ แก้วมาตย์

ได้พิจารณาเห็นชอบจาก

.....

(ดร. อุมา แสงคร้าม)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรอง

.....

(รศ.ดร.สมยศ เดชภิรัตนมงคล)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ ๒๔ เดือน พ.ค. พ.ศ. ๒๕๕๖

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

สำหรับการศึกษาในระดับปริญญาตรีนั้นการทำปัญหาพิเศษเปรียบเสมือนบทสรุปของการศึกษา เพราะสิ่งที่นักศึกษาต้องประสบในระหว่างดำเนินการนั้นมิใช่สิ่งที่อยู่เพียงในตำราเท่านั้น แต่รวมถึงปัญหาเฉพาะหน้าต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นโดยมิได้คาดคิดซึ่งนักศึกษาจะได้ฝึกฝนการนำเอาความรู้ที่ได้ร่ำเรียนมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาเหล่านี้เพื่อให้วัตถุประสงค์ของการทดลองนั้นลุล่วงไปด้วยดี

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สิ่งที่สำคัญที่สุดที่มิอาจละเลยได้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ดร. อุมา แสงคร้าม ผู้ซึ่งอยู่เกินคำจำกัดความของคำว่าอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ แต่เป็นผู้ให้โอกาสแก่ศิษย์ที่แม้ไร้การตอบสนองที่ดีต่อคำสั่งสอนว่ากล่าวตักเตือน แต่ก็มิได้ละเลยต่อศิษย์ผู้นี้ยังคงเป็นผู้อดทนนานอย่างอดทนเสมอ ไม่น่าเชื่อเลยว่าชีวิตของศิษย์เกเรผู้นี้จะมีผู้ซึ่งมิใช่แม่เห็นคุณค่าให้เวลาและให้ความสำคัญขนาดนี้ อยากเรียนจบก็เพราะอาจารย์แทบจะกล่าวได้เลยว่าใบปริญญาที่ศิษย์ได้มาก็เพราะอาจารย์ แม้ว่าพระคุณนั้นมิอาจทดแทนได้หมด แต่ศิษย์ผู้นี้ก็หวังไว้ว่าจะมีโอกาสทดแทนบ้างสักครั้งก็ดี

อีกท่านที่ลืมมิได้เลย ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สมยศ เดชภิรัตนมงคล สำหรับเวลาที่สละให้เพื่อตักเตือนแนะนำและรับฟังปัญหาที่น่าปวดหัวของศิษย์ผู้นี้ รวมทั้งช่วยเหลือให้ศิษย์ยังคงสถานะเป็นลูกเกษตรเจ้าคุณฯ จนกระทั่งถึงทุกวันนี้ พระคุณของท่านผู้นี้ศิษย์มิมีวันลืมได้

ขอขอบคุณ อาจารย์ สมเกียรติ สีสนอง ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่สำหรับทำการทดลอง รวมทั้งให้คำแนะนำ ดูแลและสอนเทคนิคต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการทำการทดลองและขอขอบคุณ คุณสมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร ที่กรุณาแนะนำทางด้านสถิติ คุณทัศนีวรรณ์ สันเทพ สำหรับกำลังใจที่ให้เสมอและไม่เคยทอดทิ้งแม้สำเร็จการศึกษาไปแล้วก็ตาม

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่อดทนรอคอยความสำเร็จของลูกโดยไม่ท้อใจ เป็นกำลังใจให้เสมอทั้งให้การสนับสนุนในการศึกษาตลอดมาจนสำเร็จด้วยดี และน้องชายของข้าพเจ้าสำหรับคำพูดที่เป็นแรงผลักให้ต้องเรียนให้จบ

กนกวรรณ แก้วมาตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง : ผลของชนิดวัสดุปลูกและอัตราปุ๋ยต่อการยืดอายุอเมซอนใบด่างเพื่อการส่งออก

โดย : น.ส. กนกวรรณ แก้วมาตย์

ภาควิชา : เทคโนโลยีการผลิตพืช

คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร. อุมา แสงคร้าม

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของอเมซอนใบด่าง (*Echinodorus cordifolius*) ในบรรจุภัณฑ์ เป็นเวลา 46 วัน โดยมีปัจจัยที่ 1 คือวัสดุปลูก 3 ชนิด ได้แก่ เพอร์ไลท์, เพอร์ไลท์ผสมเจล สัดส่วน 1:1 และเพอร์ไลท์ผสมเจล สัดส่วน 1:2 ปัจจัยที่ 2 คือสารละลายธาตุอาหารสูตรดัดแปลง Coic-lesaint ที่ระดับความเข้มข้น 4 ระดับ ได้แก่ 0, 0.2, 0.4, 0.6 mS/cm พบว่าการใช้วัสดุปลูกที่เป็นเพอร์ไลท์ล้วน มีผลให้จำนวนใบใหม่เพิ่มขึ้นมากที่สุดและมีใบเสียสะสมเกิดขึ้นน้อยที่สุด ในขณะที่การให้สารละลายธาตุอาหารที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืชในบรรจุภัณฑ์แตกต่างกัน ยกเว้น ความยาวราก ซึ่งพบว่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ความยาวรากของอเมซอนใบด่างเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ : อเมซอนใบด่าง วัสดุปลูก ความเข้มข้นของปุ๋ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : Effect of Media and Fertilizer on Shelf Life of *Echinodorus Cordifolius* for Exporting

Author : Miss Khanokwain Khaewmart

Department : Plant Production Technology

Faculty : Agricultural Technology

Advisor : Dr. Uma Sangkram

ABSTRACT

This aim of this research was to study the effect of media and fertilizer concentration on growth of *Echinodorus cordifolius* kept in container for 46 days. Experimental factors were three kinds of media (perlite, perlite : gel (1:1 v/v) , perlite : gel (1:2 v/v)) and four concentrations of fertilizer (0, 0.2, 0.4 and 0.6 mS/cm). It was found that perlite gave the best significantly results compared with other two medias while the difference of fertilizer concentration showed no significant effect on the measured characters except root length. The increase of fertilizer concentration caused the increase of root growth

Key word: *Echinodorus cordifolius* , media, fertilizer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
สารบัญตารางผนวก	(4)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	10
ผลการทดลอง	13
วิจารณ์	19
สรุป	20
เอกสารอ้างอิง	21
ภาคผนวก	22
ภาคผนวก ก สารละลายธาตุอาหารดัดแปลงจากสูตร Coic-lesiant และส่วนผสมของสารละลายธาตุอาหารในแต่ละระดับความเข้มข้น	23
ภาคผนวก ข กราฟมาตรฐานพื้นที่ใบ	25
ภาคผนวก ค ข้อมูลผลการทดลอง	27
ประวัติผู้เขียน	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงธาตุอาหารที่ต้องการในปริมาณมาก (macronutrient)	4
2	แสดงธาตุอาหารที่ต้องการปริมาณน้อย (micronutrients)	5
3	แสดงมูลค่าการส่งออกปลาสวยงามและพรรณไม้น้ำ	8
4	แสดงจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นของอเมซอนใบด่าง เมื่อใช้วัสดุปลูกแตกต่างกัน 3 ชนิด และให้สารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน 4 ระดับ	13
5	แสดงพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้นของอเมซอนใบด่าง (ตร.ซม.) เมื่อใช้วัสดุปลูกแตกต่างกัน 3 ชนิด และให้สารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน 4 ระดับ	15
6	แสดงความสูงของต้นที่เพิ่มขึ้นของอเมซอนใบด่าง (ซม.) เมื่อใช้วัสดุปลูกแตกต่างกัน 3 ชนิดและให้สารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน 4 ระดับ	16
7	แสดงความยาวรากที่เพิ่มขึ้นของอเมซอนใบด่าง (ซม.) เมื่อใช้วัสดุปลูกแตกต่างกัน 3 ชนิด และให้สารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน 4 ระดับ	17
8	แสดงน้ำหนักแห้งของอเมซอนใบด่าง (กรัม/ต้น) เมื่อใช้วัสดุปลูกแตกต่างกัน 3 ชนิด และให้สารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน 4 ระดับ	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงจำนวนใบเสียสะสมตลอดระยะการทดลองเป็นเวลา 46 วัน	14
2	แสดงลักษณะใบดีและใบเสียของอเมซอนใบด่าง	14

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
ก.1	แสดงสารละลายธาตุอาหารดัดแปลงจากสูตร Coic-lesaint	23
ก.2	แสดงส่วนผสมของสารละลายธาตุอาหารในแต่ละระดับความเข้มข้น	24
ค.1	แสดงจำนวนใบของอเมซอนใบด่างที่เพิ่มขึ้นเมื่อเริ่มต้น สิ้นสุดการทดลอง และผลต่างของจำนวนใบที่เพิ่มขึ้น	27
ค.2	แสดงค่าพื้นที่ใบของอเมซอนใบด่างเมื่อเริ่มต้น สิ้นสุดการทดลอง และผลต่างของพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้น	29
ค.3	แสดงค่าความสูงของต้นอเมซอนใบด่างเมื่อเริ่มต้น สิ้นสุดการทดลอง และผลต่างของความสูงต้นที่เพิ่มขึ้น	31
ค.4	แสดงค่าความยาวรากของอเมซอนใบด่างเมื่อเริ่มต้น สิ้นสุดการทดลอง และผลต่างของความยาวรากที่เพิ่มขึ้น	33
ค.5	แสดงค่าน้ำหนักแห้งของอเมซอนใบด่างเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และค่าเฉลี่ยของแต่ละซ้ำ	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

พรรณไม้น้ำหรือพืชน้ำในธรรมชาตินั้นมีหลายชนิดที่มีลักษณะสวยงาม จึงเป็นที่นิยมนำมาปลูกเพื่อประดับในตู้ปลา เพราะนอกจากเพิ่มความสวยงามมีชีวิตชีวาให้กับตู้ปลาแล้ว พรรณไม้น้ำยังมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ร่วมกัน โดยจะช่วยกำจัดของเสียที่ขับถ่ายออกมาจากสัตว์น้ำให้อยู่ในรูปของการนำไปเป็นธาตุอาหาร คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ปลาหายใจออกมาก็นำไปใช้ในขบวนการสังเคราะห์แสง และเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้แก่น้ำ

พรรณไม้น้ำบางชนิดปลูกง่ายและทนทานอยู่ในตู้ปลาได้นานหลายวัน บางชนิดปลูกยากอีกทั้งยังไม่ทนทานต่อสภาพในตู้เลี้ยงปลา บางชนิดมีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย เช่น เทปยักษ์ (*Valiisneria quqantea*) บัวแดง (*Nymphaea lotus*) บางชนิดมีถิ่นกำเนิดในต่างประเทศแต่ก็สามารถนำมาปลูกและแพร่พันธุ์ได้ดีในประเทศไทย เช่น อเมซอนใบด่าง (*Echinodorus Cordifolius*) เป็นต้น

ปัจจุบันประเทศไทยเริ่มให้ความสนใจในการประกอบธุรกิจเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำมากขึ้น ทั้งเพื่อจำหน่ายในประเทศและส่งออกต่างประเทศ ซึ่งอาชีพนี้สามารถส่งเสริมให้เป็นอาชีพหลัก หรือรองของเกษตรกรได้ เนื่องจากมีพรรณไม้น้ำหลายชนิดสามารถเพาะขยายได้ง่าย การดูแลไม่ยุ่งยากและสร้างรายได้ไม่น้อยให้แก่ผู้ประกอบการ และพรรณไม้น้ำที่น่าสนใจมากชนิดหนึ่งก็คืออเมซอนใบด่าง อย่างไรก็ตามในการส่งออกนั้น พบว่ายังมีปัญหาต้นและใบเสียหายจากการบรรจุและขนส่ง ทำให้สูญเสียมูลค่าของสินค้าไป การศึกษาเพื่อหาวิธีการบรรจุที่เหมาะสมซึ่งช่วยรักษาสภาพต้นพืชและชะลอการเสื่อมสภาพของต้นและใบให้อยู่ได้นานจึงเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าของสินค้าได้ อีกทั้งยังสามารถขยายตลาดในการส่งออกพรรณไม้น้ำได้อีกทางหนึ่งด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดของวัสดุปลูกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของอเมซอนใบด่างในบรรจุภัณฑ์
2. เพื่อศึกษาความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของอเมซอนใบด่างในบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

การจำแนกพรรณไม้น้ำ

พรรณไม้น้ำ (aquatic plants) หมายถึงพืชที่ขึ้นอยู่ในน้ำโดยอาจจะจมอยู่ใต้น้ำทั้งหมดหรือโผล่บางส่วนขึ้นมาอยู่เหนือน้ำ ลอยอยู่เหนือน้ำหรือเป็นพืชที่อยู่ตามริมน้ำ ชายตลิ่ง ทั้งนี้รวมพืชที่เจริญเติบโตอยู่ในบริเวณลุ่มน้ำขังแฉะ (องค์การสวนพฤกษศาสตร์, 2545) พรรณไม้น้ำสามารถจำแนกได้โดยดูจากลักษณะการเกิดของใบหรือจากแหล่งที่อยู่อาศัยดังนี้ (นงนุช, 2548)

1. แบ่งตามลักษณะการเกิดของใบ

1.1 พืชแบบกระจุก (Rosette plants) เป็นพรรณไม้น้ำกลุ่มที่มีใบแตกออกจากรอบๆ โคนต้น ได้แก่อะโพโนจีตอน หรือ ชบา (*Aponogeton* sp.), อนูเบียส (*Anubias* sp.), ใบพาย(*Cryptocoryne* sp.), หอมน้ำ (*Crinum thaianum*), อเมซอน (*Echinodorus* sp.), เทป (*Vallisneria* sp.)

1.2 พืชแบบข้อ (Stem plant) เป็นพรรณไม้น้ำกลุ่มที่มีใบเกิดตามข้อ ได้แก่ สาหร่ายคาบอมบ้า (*Cabomba* sp.), ขาไก่ (*Hygrophila* sp.), โรทาล่า (*Rotala* sp.), แอมมาเนีย (*Ammania* sp.)

1.3 กลุ่มอื่นๆ ได้แก่ กลุ่มลอยน้ำ (Floating plant) ได้แก่ กระจับ จอก แหน กลุ่มเฟิร์น ได้แก่ รากดำใบยาว กลุ่มของมอส ได้แก่ ชวามอส

2. แบ่งตามลักษณะแหล่งที่อยู่อาศัย

2.1 พืชใต้น้ำ (Submerged plants) เป็นพรรณไม้น้ำที่มีการเจริญเติบโต มีทั้งรากเกาะยึดกับพื้นดินใต้น้ำ แต่ลำต้นและใบเจริญเติบโตใต้น้ำ เช่น ไส้ปลาไหล เทป

2.2 พืชโผล่เหนือ (Emerged plant) เป็นพรรณไม้น้ำที่มีการเจริญเติบโตอยู่ใต้น้ำบางส่วนและโผล่เหนือน้ำบางส่วน โดยมีรากและลำต้นเจริญอยู่ใต้น้ำ เช่น บัวต่างๆ

2.3 พืชลอยน้ำ (Floating plants) เป็นพรรณไม้น้ำที่มีการเจริญเติบโตโดยลอยอยู่ระดับผิวน้ำ เช่น จอก ผักตบชวา

2.4 พืชครึ่งบกครึ่งน้ำ (Amphibian plants) เป็นพรรณไม้น้ำที่มีการเจริญเติบโตอยู่บริเวณน้ำตื้น โดยมีรากยึดดิน ส่วนล่างของลำต้นอยู่ใต้น้ำ และส่วนบนของลำต้นอยู่เหนือน้ำ เช่น ใบพาย อเมซอน

2.5 พืชชายน้ำ (Marginal plants) เป็นพรรณไม้น้ำที่มีการเจริญเติบโตอยู่ริมตลิ่งชายคลอง ริมทะเลสาบ เช่น ผักเป็ดแดง รากดำใบยาว มอสชวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพาะขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำ

พรรณไม้น้ำสามารถขยายพันธุ์ได้หลายวิธีคล้ายพืชบกดังนี้ (กาญจนรี, 2546)

1. การขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยการใช้เมล็ด เช่น สันตะวา ชบา แอมมาเนีย อเมซอน และทับทิม

2. การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

2.1 ขยายพันธุ์โดยการเกิดสปอร์ เช่น รากดำใบยาว และเฟิร์นน้ำ

2.2 ขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นพืช ได้แก่

2.2.1 ลำต้น โดยการตัดลำต้นระหว่างข้อปักลงบนดิน หรือพื้นกรวดขนาดเล็ก เช่น แอมมาเนีย โรทาล่าหรือทับทิม ขาไก่ สาหร่ายฉัตร สาหร่ายเดนซ่า สาหร่ายหางกระรอก หลิวน้ำ น้ำตาเทียน และลานไพลิน เป็นต้น

2.2.2 หน่อ ไหล เหง้า โดยการแยกต้นอ่อนที่เกิดขึ้นจากหน่อ ไหล เหง้า ไปปลูกบนพื้นดิน หรือพื้นกรวด เช่น อะนูเบียส แซกจิทาเรีย เทป โลบิเลีย และบัวชนิดต่าง ๆ

การปลูกพรรณไม้น้ำในแปลงเพาะขยายพันธุ์

การปลูกขยายพรรณไม้น้ำเพื่อการค้าดำเนินการได้โดยวิธีใดวิธีหนึ่งดังนี้

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

2. การปลูกพรรณไม้น้ำแบบไร้ดิน ได้แก่ การปลูกในกระถางคล้ายตระกร้าพลาสติกขนาดเล็ก โดยใช้วัสดุปลูกเป็นแร่ใยหิน (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 ในบ่อน้ำที่มีกรวดเป็นวัสดุปลูกเทปจะขยายออกทางด้านข้างแตกออกเป็นไหลเกิดต้นใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การปลูกพรรณไม้น้ำแบบพัฒนา ส่วนใหญ่เพาะเลี้ยงกันในโรงเรือน (Green house) ซึ่งควบคุมความชื้น แสงสว่าง และปุ๋ยได้โดยอัตโนมัติ สามารถป้องกันแมลงศัตรูพืชได้ ระบบการปลูกมักจะใช้วิธีการปลูกแบบไร้ดินในกระถางขนาดเล็กคล้ายตระกร้า ใช้ Rock wool เป็นวัสดุปลูก พันธุ์ไม้ส่วนใหญ่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เนื่องจากสะดวกต่อการทำงาน สามารถกำหนดปริมาณได้แน่นอน และมีความสะอาด (กาญจนรี, 2546)

ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ

จากการรายงานของกรมประมง (2538) และสุมิตรา (2542) อาจสรุปปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำได้ดังนี้

1. ธาตุอาหารของพรรณไม้น้ำ (Nutrient requirement) ธาตุอาหารเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ สุมิตรา (2542) กล่าวว่า ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของระบบการปลูกพืชไร้ดิน (Hydroponic system) ที่สำคัญมีอยู่ 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)

ธาตุอาหาร	ความเข้มข้น (%)
คาร์บอน (Carbon, C)	43%
ไนโตรเจน (Nitrogen, N)	1- 3 %
โปแตสเซียม (Potassium, K)	0.3-6 %
แคลเซียม (Calcium, Ca)	0.1-3.5 %
ฟอสฟอรัส (Phosphorus, P)	0.05-1 %
แมกนีเซียม (Magnesium, Mg)	0.05-0.7 %
ซัลเฟต (Sulfur, S)	0.05-1.5 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 แต่ถ้ามีการให้ธาตุอาหารเหล่านี้มากเกินไปจะเป็นอันตรายต่อพรรณไม้น้ำได้

ตารางที่ 2 ธาตุอาหารที่ต้องการปริมาณน้อย (micronutrients)

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. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen) ก๊าซออกซิเจนเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญเพื่อช่วยในการหายใจในตอนกลางคืน หรือขณะที่ไม่มีแสงสว่างเมื่อขบวนการสังเคราะห์แสงหยุดลง พรรณไม้น้ำที่อาศัยอยู่ใต้น้ำจะดูดซึมก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำส่วนพรรณไม้น้ำที่มีใบเจริญอยู่เหนือน้ำจะดูดซึมจากบรรยากาศโดยตรง ก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ อาจได้จากบรรยากาศโดยตรง ได้จากขบวนการสังเคราะห์แสงหรือได้จากขบวนการทางด้านเคมีอื่น ๆ ในน้ำ โดยในแหล่งน้ำมีสารประกอบหรือแร่ธาตุบางชนิดทำปฏิกิริยาต่อกันแล้วให้ออกซิเจนในน้ำได้ แต่ปริมาณออกซิเจนในน้ำที่มีพรรณไม้น้ำจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มแสงเป็นสำคัญ ถ้าหากแหล่งน้ำนั้น ๆ ได้รับแสงสว่างอย่างเพียงพอ พรรณไม้น้ำจะใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิเจนที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงได้อย่างเพียงพอ ออกซิเจนควรจะมีค่ามากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจะมีผลต่อการดูดซับธาตุอาหาร

3. ปริมาณความเข้มของแสง (Light intensity) แสงสว่างมีความสำคัญในขบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารของพรรณไม้น้ำ และแสงยังเป็นตัวควบคุมการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะของพรรณไม้น้ำ พรรณไม้น้ำเจริญเติบโตในความเข้มแสงค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับผัก ส่วนใหญ่พรรณไม้น้ำต้องการความเข้มแสงประมาณ 3000-7500 ลักซ์

4. คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นก๊าซที่ไม่มีสีและไม่มีกลิ่น สามารถละลายน้ำได้ดีกว่าก๊าซออกซิเจน ถึง 200 เท่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะได้จากการแพร่ผ่านจากชั้นบรรยากาศ ขบวนการย่อยของสารอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ โดยแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในน้ำ และได้จากการหายใจของพืชและสัตว์ ในช่วงที่มีแสงพรรณไม้น้ำนำแสงมาเปลี่ยนเป็นพลังงานเพื่อดึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการดูดซึมจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในน้ำเข้าเซลล์จะทำปฏิกิริยากับน้ำ โดยอาศัยรงควัตถุสีเขียวในเซลล์หรือคลอโรฟิลล์ (Chlorophill) และแสงสว่างเพื่อผลิตกลูโคส ซึ่งเปลี่ยนไปอยู่ในรูปแป้ง (Organics Carbon) หรือคาร์โบไฮเดรต เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งขบวนการดังกล่าวจึงให้ก๊าซออกซิเจนเป็นผลพลอยได้

5. อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่ควบคุมอัตราเร็วของกระบวนทางสรีระ อุณหภูมิที่เหมาะสม 28-30 องศาเซลเซียส

6. ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity) ประมาณความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 80-90 % โดยสเปรย์น้ำทุก ๆ 15-20 นาที ครั้งละ 10 วินาที

7. วัสดุปลูก หน้าที่ของวัสดุปลูก เป็นที่อยู่ของรากพรรณไม้น้ำ สารละลายธาตุอาหารและอากาศ วัสดุปลูกต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช หลักการเลือกวัสดุปลูกที่เหมาะสมกับการปลูกพรรณไม้น้ำ มีดังนี้

7.1 เป็นวัสดุที่รักษาอัตราส่วนของน้ำและอากาศให้เหมาะสม ตลอดการปลูก (อัตราส่วนของน้ำต่ออากาศที่เหมาะสมเท่ากับ 50:50)

7.2 เป็นวัสดุที่ไม่มีการอัดตัวหรือยุบตัวเมื่อเปียกน้ำหรือใช้ไปนาน ๆ

7.3 เป็นวัสดุที่ไม่สลายตัวทั้งทางเคมีและทางชีวภาพ

7.4 เป็นวัสดุที่รากพืชสามารถแพร่กระจายได้สะดวกทั่วทุก ๆ ส่วนของวัสดุปลูก

7.5 เป็นวัสดุที่ไม่มีสารที่เป็นพิษเจือปนอยู่

7.6 เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติเฉื่อยทางเคมี (ไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายธาตุอาหารพืชและกับภาชนะที่บรรจุ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.7 เป็นวัสดุที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ (CEC, cation exchange capacity) ต่ำ หรือไม่มีเลย เพื่อจะไม่มีผลต่อองค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารพืชที่อยู่ในวัสดุปลูก

7.8 เป็นวัสดุที่ไม่เป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลง

7.9 เป็นวัสดุที่สามารถกำจัดโรคและแมลงได้ง่าย ทำให้สามารถนำวัสดุปลูกกลับมาใช้ใหม่ได้ง่าย

7.10 ต้องคำนึงถึงราคาและอายุการใช้งานของวัสดุปลูกที่นำมาใช้ วัสดุปลูกที่เหมาะ สมสำหรับพรรณไม้น้ำ ได้แก่ ทรายหยาบ รองลงมา คือ ใยหิน (Rock wool) เพอร์ไลท์และฟองน้ำ ตามลำดับ (นงนุช, 2548)

การบรรจุหีบห่อพรรณไม้น้ำเพื่อการลำเลียงขนส่ง

พรรณไม้น้ำเป็นพืชชั้นต่ำ มีลำต้นและใบอวบน้ำ เปราะบาง บอบบางและเหี่ยวเฉาได้ง่าย ในการบรรจุหีบห่อจึงต้องทำด้วยความประณีตพิถีพิถัน ซึ่งวิธีการบรรจุหีบห่อเพื่อการขนส่งนั้น สามารถ ดำเนินการได้ดังนี้ (วันเพ็ญ และ กาญจนรี, 2543)

1. บรรจุลงถุงพลาสติก ต้นไม้แต่ละชนิดที่คัดแยกชนิด นับจำนวน และทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำดีแล้ว ต้องรีบนำบรรจุลงถุงพลาสติก อย่าทิ้งไว้นานเพราะจะเหี่ยวเฉาได้ง่าย ในการบรรจุต้องทำด้วยความระมัดระวังอย่าให้บอบช้ำ หลังจากนั้นรีดอากาศออกจากถุงให้หมด ถ้ามีน้ำหลงเหลืออยู่ก็เทออกให้หมด แล้วจึงปิดปากถุงให้สนิทก็จะเป็นการดี พรรณไม้น้ำที่ปลูกไว้เพื่อจำหน่ายที่เป็นกระถางนิยมใช้กับพรรณไม้น้ำที่ปลูกแบบไร้ดิน (Hydroponics) ก็สามารถบรรจุลงในถุงพลาสติกทั้งกระถาง ในกรณีที่เป็นการลำเลียงระยะใกล้ ๆ สามารถห่อพรรณไม้น้ำด้วยหนังสือพิมพ์ชุปน้ำก็ได้ หนังสือพิมพ์ชุปน้ำจะเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ต้นไม้ได้เป็นอย่างดี หรือถ้าเป็นต้นไม้ที่มีใบและลำต้นแข็งแรงดี เช่น หอมน้ำ อเมซอนใบกลม ฯลฯ อาจบรรจุลงในกล่องโดยตรงก็ได้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มูลค่าการส่งออกพรรณไม้น้ำ

จากข้อมูลของกรมศุลกากรและกรมวิชาการเกษตรดังแสดงใน (ตารางที่ 3) จะเห็นว่ามูลค่าการส่งออกพรรณไม้น้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันกับปลาสวยงาม โดยมูลค่าการส่งออกพรรณไม้น้ำปี 2543 มีมูลค่าการส่งออก 14.43 ล้านบาท และในปี 2546 มีมูลค่าการส่งออกเพิ่มเป็น 18.49 ล้านบาท ทั้งนี้พรรณไม้น้ำที่มีการปลูกเพื่อการส่งออกในประเทศไทยมีอยู่หลายกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอนูเบียส (*Anubias* sp.), กลุ่มอเมซอน (*Echinodorus* sp.), กลุ่มใบพาย (*Crytocoryne* sp.), กลุ่มแอมมาเนีย (*Ammania* sp.), กลุ่มไฮโกรฟีล่า (*Hygrophila* sp.) และกลุ่มวาลลิสเนเรีย (*Vallisneria* sp.) เป็นต้นซึ่งพรรณไม้น้ำเหล่านี้มีราคาเฉลี่ยต่อต้นประมาณ 30 – 50 บาท

ตารางที่ 3 แสดงมูลค่าการส่งออกปลาสวยงามและพรรณไม้น้ำ

ชนิดสินค้า	มูลค่าการส่งออก (ล้านบาท)			
	2543	2544	2545	2546
ปลาสวยงาม	97.82	149.72	225.11	306.69
พรรณไม้น้ำ	14.43	12.85	14.35	18.49
รวม	112.25	162.57	239.46	325.18
มูลค่าส่วนต่าง		50.32	76.89	85.72
อัตราการขยายตัวเฉลี่ยรายปี(%)		44.83	47.30	35.80
Growth rate (%)		(2543-2546)		42.64

ที่มา : ปลาสวยงาม จากกรมศุลกากร (ตัวเลขมูลค่าการส่งออก ตั้งแต่เดือน ม.ค.-ธ.ค. 2546)

พรรณไม้น้ำ จากกรมวิชาการเกษตร (ตัวเลขมูลค่าการส่งออก ตั้งแต่เดือน ม.ค.-ธ.ค. 2546)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของอเมซอนใบด่าง

อเมซอนใบด่าง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Echinodorus cordifolius* เป็นพรรณไม้น้ำที่มีถิ่นกำเนิดในเขตอบอุ่นทางตอนใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกา และบางส่วนของประเทศเม็กซิโก เป็นพืชที่อยู่ใต้น้ำ แต่มักนำมาปลูกบนดินชื้นแฉะแทนการปลูกใต้น้ำ อเมซอนใบด่างจะมีการพัฒนาไรโซม (rhizome) ที่หนาและมีระบบรากแน่น บนรากจะมีตุ่มเล็ก ๆ ทรงรีเห็นได้ชัดจำนวนมาก ในเขตหนาวจะพบว่าพืชชนิดนี้จะทิ้งใบในฤดูหนาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบของอเมซอนใบด่าง 2-3 ใบ จะมีขนาดยาว 40-70 ซม. เจริญอยู่เหนือผิวน้ำ แต่โดยทั่วไป แผ่นใบจะมีรูปร่างกลมรีรูปหัวใจ ขนาดยาว 15-20 ซม. กว้าง 10-15 ซม. และก้านใบจะสั้นกว่า แผ่นใบ

ช่อดอกของอเมซอนใบด่างจะเป็นแบบ raceme ดอกที่มีสีขาวขนาด 20-25 มม. ดอกจะผสมตัวเอง เมล็ดที่เกิดขึ้นสามารถงอกได้ทันทีโดยไม่มีการพักตัว ใบและรากจะพัฒนาจากข้อของช่อดอกในเวลาใกล้เคียงกับเมื่อดอกปรากฏ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พืชทดสอบได้แก่ อเมซอนใบด่าง (*Echinodorus Cordifolius*) อายุ 2 เดือน
2. กระบอกพลาสติกมีฝาปิดสนิทขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว สูง 6 นิ้ว ด้านล่างของกระบอกปิดด้วยกระดาษทึบสีดำขนาดกว้าง 1.5 นิ้ว
3. วัสดุปลูกได้แก่ เพอร์ไลท์ (perite) และเจล (ดินวิทยาศาสตร์)
4. สารละลายธาตุอาหารสูตรดัดแปลง Coic-lesaint (อิทธิสุนทร, 2538) (ภาคผนวก ..)

วิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

ใช้แผนทดลองแบบ 3x4 factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยการทดลอง 2 ปัจจัย

ปัจจัยที่ 1 คือ ชนิดของวัสดุปลูก 3 ชนิด ได้แก่

1.1 เพอร์ไลท์ (perite)

1.2 เพอร์ไลท์ผสมเจล (ดินวิทยาศาสตร์) สัดส่วน 1:1 (โดยปริมาตร)

1.3 เพอร์ไลท์ผสมเจล (ดินวิทยาศาสตร์) สัดส่วน 1:2 (โดยปริมาตร)

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

2. การดำเนินการทดลอง

2.1 การคัดเลือกและทำความสะอาดพืชทดสอบ

คัดเลือกต้นอเมซอนใบด่างขนาดใกล้เคียงกัน ซึ่งมีความสูงประมาณ 10-12 ซม. นำมาคัดใบเสียทิ้ง โดยให้มีใบเหลืออยู่อย่างน้อย 2-3 ใบ ต่อต้น ตัดส่วนของรากให้มีความยาวเหลือประมาณ 2 ซม. ล้างน้ำให้สะอาด จากนั้นคัดเลือกต้นอเมซอนใบด่างที่ทำความสะอาด คัดใบเสียทิ้ง และตัดรากแล้วมาจำนวน 216 ต้น เพื่อใช้ในการทดลอง

2.2 การฆ่าเชื้อ

นำต้นอเมซอนใบยาวที่คัดเลือกแล้วไปแช่ในสารละลายคาร์บาริล (เซฟวิน 85) ความเข้มข้น 1 กรัม/ลิตร เป็นเวลา 30 วินาที แล้วแช่ในสารละลายด่างทับทิม (สีบานเย็น) เป็นเวลา 30 วินาที เพื่อป้องกันกำจัดโรคและแมลง จากนั้นนำมาวางบนกระดาษเพื่อให้สะเด็ดน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การบรรจุ

บรรจุต้นอเมซอนใบด่างลงในกระบอกพลาสติก ซึ่งมีวัสดุปลูกและสารละลายธาตุอาหารตามที่กำหนดในสิ่งทดลองกระบอกละ 1 ต้น จำนวน 6 ต้น ต่อซ้ำ ปิดฝากระบอกให้สนิท หลังการบรรจุ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพืชทดสอบและบันทึกข้อมูล เป็นเวลา 7 สัปดาห์ (ในการซื้อขายโดยปกติ หลังจากเก็บเกี่ยวจากแปลงแล้ว ระยะเวลานับจากการบรรจุ ส่งออกและวางขายหน้าร้าน จะมีระยะเวลาประมาณ 4-6 สัปดาห์)

3. การบันทึกข้อมูล

ทำการบันทึกข้อมูลลักษณะทางลำต้นของอเมซอนใบด่าง เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตที่เปลี่ยนแปลงไปของพืชทดสอบ ดังนี้

3.1 จำนวนใบ นับจำนวนใบทั้งหมดของพืชทดสอบที่มีอยู่ในแต่ละต้น เมื่อเริ่มการทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เพื่อหาจำนวนใบที่เพิ่ม

3.2 พื้นที่ใบ วัดเฉพาะใบที่ทำเครื่องหมายไว้ 1 ใบ ต่อต้น เมื่อเริ่มการทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เพื่อหาพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้น การวัดพื้นที่ใบกระทำโดยวัดค่าความยาว และความกว้างของใบที่กำหนด แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวนพื้นที่ใบโดยเทียบกับค่าจากกราฟมาตรฐาน (ภาคผนวก..)

3.3 จำนวนใบเสีย ตรวจสอบและนับจำนวนใบเสียของพืชที่เกิดขึ้นทุก 2 วัน บันทึกเป็นค่าใบเสียสะสม กำหนดให้ใบเสียหมายถึงใบที่เริ่มมีจุด หรือมีการเปลี่ยนสี (ในการซื้อขาย ใบสมบูรณ์จะหมายถึงเฉพาะใบที่มีสภาพดี ไม่มีจุดด่าง)

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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาและสถานที่ทำการทดลอง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จำนวนใบ

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นถึงจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นของอเมซอนใบด่างซึ่งใช้วัสดุปลูกที่ต่างกันมีผลทำให้จำนวนใบที่เพิ่มขึ้นต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยวัสดุปลูกที่เป็นเพอร์ไลท์ล้วนมีผลให้จำนวนใบของพืชทดสอบเพิ่มขึ้นมากที่สุดในทุกระดับความเข้มข้นของธาตุอาหาร ส่วนวัสดุปลูกผสมระหว่างเพอร์ไลท์และเจล ในสัดส่วน 1:1 และ 1:2 มีผลให้จำนวนใบของพืชทดสอบเพิ่มขึ้นในลำดับรองลงมาของทุกระดับความเข้มข้นของธาตุอาหาร สำหรับการทดสอบผลของความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีต่อการเพิ่มจำนวนใบของอเมซอนใบด่างพบว่า ไม่มีผลให้การเพิ่มขึ้นของจำนวนใบแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 0.2 mS/cm มีผลให้จำนวนใบของพืชทดสอบเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด โดยเฉพาะกลุ่มที่ปลูกในวัสดุปลูกผสมระหว่างเพอร์ไลท์และเจล ในสัดส่วน 1:2 ซึ่งจำนวนใบมีค่าติดลบ เนื่องจากในระหว่างการทดลองนั้นจำนวนใบที่เกิดใหม่มีน้อยกว่าใบที่เน่าเสียหาย

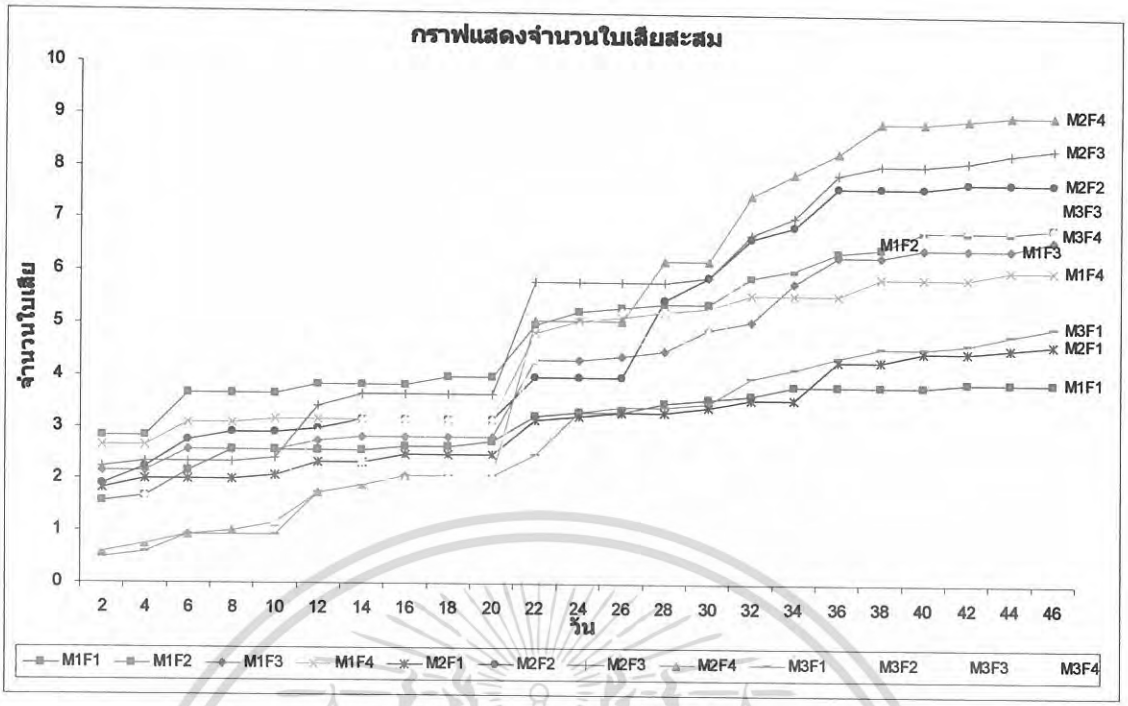
แม้ว่าการใช้วัสดุปลูกผสมระหว่างเพอร์ไลท์และเจล ในสัดส่วน 1:2 มีผลให้จำนวนใบเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดก็ตาม แต่พบว่าจำนวนใบเสียของใบอเมซอนใบด่างเกิดขึ้นน้อยกว่าการใช้วัสดุปลูกผสมระหว่างเพอร์ไลท์และเจล ในสัดส่วน1:1 ในขณะที่ การใช้เพอร์ไลท์ล้วนมีผลให้เกิดการเน่าเสียของใบพืชน้อยที่สุด (ภาพที่1) ลักษณะใบดีและใบเสียของอเมซอนใบด่างแสดงในภาพที่ 2

ตารางที่ 4 จำนวนใบที่เพิ่มขึ้นของอเมซอนใบด่าง เมื่อใช้วัสดุปลูกแตกต่างกัน 3 ชนิด และให้สารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน 4 ระดับ

ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (mS/cm)	วัสดุปลูก			
	เพอร์ไลท์	เพอร์ไลท์:เจล 1:1	เพอร์ไลท์:เจล 1:2	เฉลี่ย
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 : ตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่ใบ

การใช้วัสดุปลูกที่แตกต่างกัน ไม่มีผลให้การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ใบ (ใบที่ทำเครื่องหมายกำหนด 1 ใบต่อต้น) ของพืชทดสอบแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5) แต่พบว่า พื้นที่ใบจะเพิ่มขึ้นมากที่สุด เมื่อใช้วัสดุผสมระหว่างเพอร์ไลท์และเจล ในสัดส่วน 1:2 ในขณะที่วัสดุปลูกที่เป็นเพอร์ไลท์ล้วนและวัสดุปลูกผสมระหว่างเพอร์ไลท์และเจล ในสัดส่วน 1:1 ทำให้พื้นที่ใบเพิ่มขึ้น 0.27 และ 0.17 ตร.ซม. ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในเรื่องความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ต่างกัน พบว่า พื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้นของพืชทดสอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่พบว่า การให้สารละลายธาตุอาหารที่ระดับความเข้มข้น 0.6 mS/cm มีผลให้พื้นที่ใบของพืชทดสอบเพิ่มขึ้นมากที่สุด ส่วนการให้สารละลายธาตุอาหารที่ระดับความเข้มข้น 0.4, 0 และ 0.2 mS/cm นั้นมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ใบน้อยลงตามลำดับ สำหรับพื้นที่ใบที่มีค่าติดลบ เนื่องจากใบที่ทำการวัดค่ามีสภาพเหี่ยวเฉาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง จึงทำให้พื้นที่ใบมีค่าลดลง

ตารางที่ 5 พื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้นของอเมซอนใบด่าง (ตร.ซม.) เมื่อใช้วัสดุปลูกแตกต่างกัน 3 ชนิด และให้สารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน 4 ระดับ

ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (mS/cm)	วัสดุปลูก			
	เพอร์ไลท์	เพอร์ไลท์:เจล 1:1	เพอร์ไลท์:เจล 1:2	เฉลี่ย
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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสูงของต้น

ในการศึกษาความสูงของอเมซอนใบด่าง พบว่าวัสดุปลูกที่ต่างกันมีผลต่อความสูงของพืชทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 6) โดยวัสดุปลูกที่เป็นเพอร์ไลท์ล้วนมีผลให้ความสูงของต้นเพิ่มขึ้นมากที่สุดในทุกระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร โดยค่าเฉลี่ยความสูงของต้นที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 1 ซม. ในขณะที่วัสดุปลูกผสมระหว่างเพอร์ไลท์และเจล ในสัดส่วน 1:1 และ 1:2 มีผลให้ความสูงของต้นเพิ่มขึ้นรองลงมาตามลำดับ สำหรับการศึกษาในเรื่องผลของความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพบว่าการให้สารละลายธาตุอาหารที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.4 และ 0.6 mS/cm มีแนวโน้มทำให้ความสูงของพืชทดสอบเพิ่มมากขึ้นเท่ากับ 0.14, 0.38 และ 1.17 ซม.ตามลำดับ ส่วนสารละลายธาตุอาหารที่ระดับความเข้มข้น 0.2 mS/cm มีผลให้ความสูงของพืชทดสอบเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือเท่ากับ 0.11 ซม. สำหรับความสูงของต้นที่มีค่าติดลบ เกิดขึ้นเนื่องจากการวัดความสูงจะวัดจากโคนต้นจนถึงปลายใบสูงสุด ซึ่งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พืชทดสอบบางต้นใบสูงสุดเน่าเสียหาย จึงทำให้ค่าความสูงที่วัดได้มีค่าลดลง

ตารางที่ 6 ความสูงของต้นที่เพิ่มขึ้นของอเมซอนใบด่าง (ซม.) เมื่อใช้วัสดุปลูกแตกต่างกัน 3 ชนิดและให้สารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ความยาวราก

ความยาวรากที่เพิ่มขึ้นของอเมซอนใบด่างนั้น หากพิจารณาในเรื่องของวัสดุปลูกที่ต่างชนิดกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7) แต่การใช้เพอร์ไลท์ล้วนมีผลให้ความยาวรากของพืชทดสอบเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือ 11.74 ซม. เมื่อพิจารณาในเรื่องความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ต่างกัน พบว่า การให้สารละลายธาตุอาหารที่ระดับความเข้มข้น 0-0.6 mS/cm ไม่มีผลให้ความยาวรากเพิ่มขึ้นแตกต่างกัน แต่การให้สารละลายธาตุอาหารที่ระดับความเข้มข้น 0.6 mS/cm ในวัสดุปลูกผสมระหว่างเพอร์ไลท์และเจลที่สัดส่วน 1:2 จะมีผลให้รากของพืชทดสอบเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ 14.00 ซม. ส่วนสารละลายธาตุอาหารที่ระดับความเข้มข้น 0.6 mS/cm ในวัสดุปลูกเพอร์ไลท์ล้วนจะมีผลให้ความยาวรากของพืชทดสอบเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือเท่ากับ 7.80 ซม.

ตารางที่ 7 ความยาวรากที่เพิ่มขึ้นของอเมซอนใบด่าง (ซม.) เมื่อใช้วัสดุปลูกแตกต่างกัน 3 ชนิด และให้สารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน 4 ระดับ

ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (mS/cm)	วัสดุปลูก			
	เพอร์ไลท์	เพอร์ไลท์:เจล 1:1	เพอร์ไลท์:เจล 1:2	เฉลี่ย
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%

102687

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักแห้ง

ค่าน้ำหนักแห้งของพืชทดสอบเมื่อสิ้นสุดการทดลองแสดงในตารางที่ 8 ซึ่งจะเห็นว่า การใช้วัสดุปลูกที่ต่างกันมีผลให้อเมซอนใบด่างมีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การใช้วัสดุปลูกเพอร์ไลท์ล้วน มีผลให้น้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือเท่ากับ 1.262 กรัม/ต้น ส่วนการใช้วัสดุปลูกผสมระหว่างเพอร์ไลท์และเจล ในสัดส่วน 1:2 จะทำให้น้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือเท่ากับ 1.128 กรัม/ต้น สำหรับการทดสอบผลของความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกันพบว่า ไม่มีผลให้การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักแห้งแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าที่สารละลายธาตุอาหารที่ความเข้มข้นเท่ากับ 0.2 mS/cm มีผลให้น้ำหนักแห้งของต้นพืชทดสอบเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ 1.415 กรัม/ต้น

ตารางที่ 8 น้ำหนักแห้งของอเมซอนใบด่าง (กรัม/ต้น) เมื่อใช้วัสดุปลูกแตกต่างกัน 3 ชนิด และให้สารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน 4 ระดับ

ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (mS/cm)	วัสดุปลูก			
	เพอร์ไลท์	เพอร์ไลท์:เจล 1:1	เพอร์ไลท์:เจล 1:2	เฉลี่ย
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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์

จากการทดลองจะพบว่า ผลที่ได้ในด้านการเจริญเติบโตทางลำต้นจากวัสดุปลูกที่แตกต่างกันทั้ง 3 ชนิดนั้น แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่ก็สามารถแสดงให้เห็นว่าการใช้วัสดุปลูกที่เป็นเพอร์ไลท์ล้วนมีแนวโน้มที่ทำให้จำนวนใบใหม่เกิดขึ้นมากที่สุดและมีจำนวนใบเสียน้อยที่สุดตลอดระยะเวลาทำการทดลอง อีกทั้งลำต้นที่ได้ก็มีลักษณะอวบและแข็งแรงกว่าการใช้วัสดุปลูกชนิดอื่น ซึ่งมีผลดีต่อการขนส่งคือสามารถรักษาลักษณะทางลำต้นอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์มากที่สุดและเป็นที่ต้องการของตลาด ส่วนเหตุที่วัสดุปลูกเพอร์ไลท์ล้วนให้ผลดีกว่าวัสดุปลูกชนิดอื่น อาจจะเนื่องจากว่าเพอร์ไลท์มีโครงสร้างภายในเป็นรูพรุนเล็ก ๆ ทำให้มีคุณสมบัติเก็บกักน้ำได้ดี ขณะเดียวกันก็ปลดปล่อยน้ำและธาตุอาหารพืชให้แก่พืชที่ปลูกได้ง่าย ในขณะที่เจลแม้จะดูดน้ำไว้ในโครงสร้างได้มากแต่ก็มีแรงดึงสูง ทำให้พืชดูดน้ำและธาตุอาหารไปใช้ประโยชน์ได้ยากกว่าเพอร์ไลท์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

วัสดุปลูกที่เป็นเพอร์ไลท์ล้วนมีผลให้จำนวนใบของอเมซอนใบด่างเพิ่มขึ้นมากที่สุด และมีผลให้เกิดการเสื่อมเสียของใบน้อยที่สุดตลอดระยะเวลาการทดลอง ส่วนความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกันนั้นไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นของอเมซอนใบด่าง ยกเว้นความยาวราก พบว่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ความยาวรากของอเมซอนใบด่างเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2548. เอกสารประกอบสัมมนาการเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำเชิงการค้า.ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 13 หน้า.

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.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2538. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.146 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

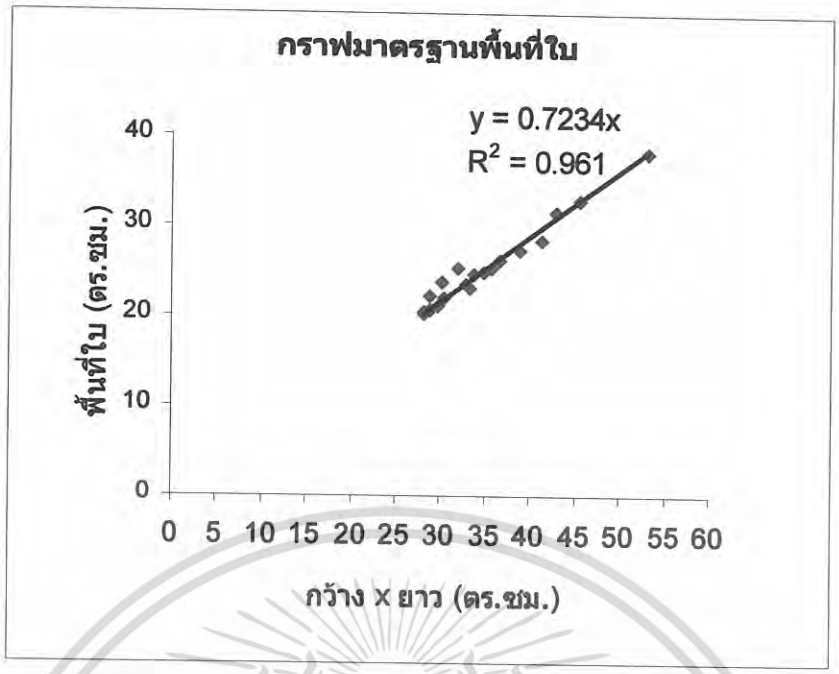
ภาคผนวก ข

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางผนวกที่ ค.1 แสดงจำนวนใบของอเมซอนใบด่างที่เพิ่มขึ้นเมื่อเริ่มต้น สิ้นสุดการทดลองและผลต่างของจำนวนใบที่เพิ่มขึ้น

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.2 แสดงค่าพื้นที่ใบของอเมซอนใบด่างเมื่อเริ่มต้น สิ้นสุดการทดลอง และผลต่างของพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้น

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.3 แสดงค่าความสูงของต้นอเมซอนใบด่างเมื่อเริ่มต้น สิ้นสุดการทดลอง และผลต่างของความสูงต้นที่เพิ่มขึ้น

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.4 แสดงค่าความยาวรากของอเมซอนใบด่างเมื่อเริ่มต้น สิ้นสุดการทดลอง. และผลต่างของความยาวรากที่เพิ่มขึ้น

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล : นางสาวกนกวรรณ แก้วมาตย์

วันเดือนปีเกิด : 10 ตุลาคม 2526

ที่อยู่ตามสำเนาทะเบียนบ้าน : 169/390 ม.2 แขวงคลองถนน เขตสายไหม กรุงเทพฯ 10220

โทรศัพท์ : 02-531-9743

ที่อยู่ปัจจุบัน : 169/390 ม.2 แขวงคลองถนน เขตสายไหม กรุงเทพฯ 10220

โทรศัพท์ : 08-4139-9870

การศึกษา : พ.ศ. 2533-2534 ระดับประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพหลโยธิน กรุงเทพฯ

พ.ศ. 2535-2536 ระดับประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดเกาะสุวรรณาราม กรุงเทพฯ

พ.ศ. 2537-2538 ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองแวงเรือประชาศึกษา จังหวัดขอนแก่น

พ.ศ. 2539-2541 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชบางเขน กรุงเทพฯ

พ.ศ.2542-2544 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชบางเขน กรุงเทพฯ

พ.ศ. 2545 ระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้