

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

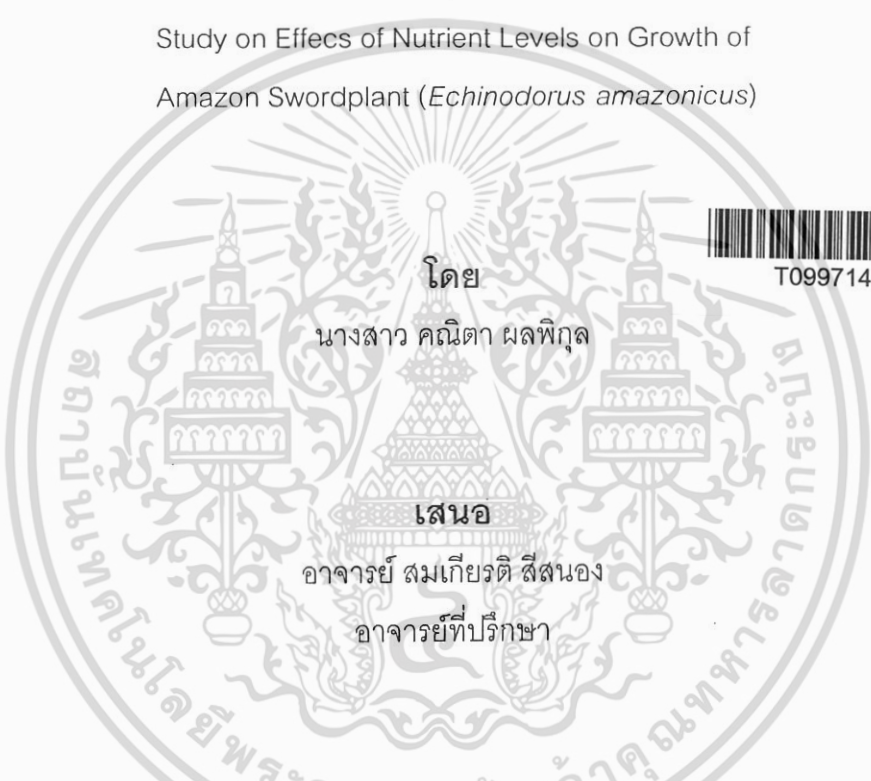
เรื่อง

การศึกษาระดับของสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของ
พรรณไม้หน้าอเมซอนใบยาว (*Echinodorus amazonicus*)
Study on Effects of Nutrient Levels on Growth of
Amazon Swordplant (*Echinodorus amazonicus*)



โดย
นางสาว คณิดา ผลพิกุล

เสนอ
อาจารย์ สมเกียรติ สีสอนง
อาจารย์ที่ปรึกษา



ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปพ. เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
ค 129 ก พุทธศักราช 2548
๕548
ค. 1

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 99714
วันเดือนปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

การศึกษาระดับของสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของ
พรรณไม้หน้าเมซอนใบยาว (*Echinodorus amazonicus*)

Study on Effects of Nutrient Levels on Growth of
Amazon Swordplant (*Echinodorus amazonicus*)

โดย

นางสาว คณิตา ผลพิกุล

ได้พิจารณาเห็นชอบจาก

อาจารย์สมเกียรติ สีสนอง

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรอง

รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม

หัวหน้าภาคปฐพีวิทยา

วันที่ 15 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อปัญหาพิเศษ : การศึกษาระดับของสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโต
ของพรรณไม้น้ำอเมซอนใบยาว (*Echinodorus amazonicus*)
โดย : นางสาว คณิตา ผลพิกุล
ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
ภาควิชา : ปฐพีวิทยา
คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์สมเกียรติ สีสนอง

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาถึงการให้สารละลายธาตุอาหารพืชปริมาณเท่าใดจึงจะส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอเมซอนใบยาว (*Echinodorus amazonicus*) สูงสุด โดยการนำพรรณไม้น้ำอเมซอนใบยาว มาปลูกในกระบะมีทรายเป็นวัสดุปลูก โดยให้สารละลายแต่ละกระบะมีระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารที่แตกต่างกัน จากนั้นจะทำการปรับปุ๋ยทุกสัปดาห์ ทำการเก็บสารละลายทั้งก่อนและหลังปรับ วัดการเจริญเติบโต คือ จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ และความสูงของต้น และจำนวนผลผลิต ทุก 2 สัปดาห์ พบว่าพรรณไม้น้ำอเมซอนใบยาว ที่ปลูกในกระบะที่มีความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืช $EC = 1 \text{ mS/cm}$ มีแนวโน้มการเจริญเติบโตมากที่สุด และพรรณไม้น้ำอเมซอนใบยาว ที่ปลูกในกระบะที่มีความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืช $EC = 3 \text{ mS/cm}$ มีแนวโน้มการเจริญเติบโตน้อยที่สุด สาเหตุอาจเกิดจากความเข้มข้นของสารละลายมากเกินไป ทำให้การเจริญเติบโตของพืชผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การจัดทำปัญหาพิเศษในครั้งนี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์สมเกียรติ สีสนอง ที่ได้กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำในการทำงาน และเสียสละเวลาในการจัดซื้ออุปกรณ์การปลูก ตลอดจนการจัดหาพันธุ์ไม้มาให้ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณอาจารย์ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล ที่ให้คำแนะนำในการทำงาน ตลอดจนให้ความสะดวกในการใช้เครื่องชั่ง และเครื่อง spectrophotometer

ขอขอบคุณอาจารย์บุญกุล ถวิลถึง ที่ให้คำแนะนำในการเตรียมสารละลาย

ขอขอบคุณอาจารย์พรทิพา กัญยวงศ์หา คุณนุจรี บุญแปลง คุณนารี พันธุ์จินดา ที่ให้คำแนะนำในการทำงาน ตลอดจนให้ความสะดวกในการใช้เครื่องมือ และสารเคมีต่างๆ

ขอขอบคุณ ป้าสมจิตร ที่ดูแลและอำนวยความสะดวกในการเบิกอุปกรณ์ในการทำกา
ทดลอง

ขอขอบคุณพี่ๆ ทุกคนที่ให้คำแนะนำ ช่วยทำการทดลอง ล้างอุปกรณ์ และบันทึกข้อมูลจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือในการล้างทราย ล้างโรงเรือน บันทึกข้อมูล และช่วยทำการทดลองจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณบิดา มารดาที่ให้การสนับสนุนการศึกษา และให้กำลังใจในการทำงาน มาโดยตลอด

คณิตา ผลพิกุล

พฤษภาคม 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
ตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	21
ผลการทดลอง	25
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	34
เอกสารอ้างอิง	35



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าความกระด้างของน้ำ	6
2	แสดงการให้แสงสว่างในตู้พรรณไม้น้ำ	7
3	การพยากรณ์ผลที่เกิดในสารละลายธาตุอาหารพืชจากการ ตรวจสอบ EC และ pH การดูตกินธาตุอาหารพืช	17
5	แสดงลักษณะอาการผิดปกติเบื้องต้นของพืชที่พบในพืชทั่วไป เมื่อได้รับธาตุอาหารในปริมาณไม่เพียงพอ	19
6	จำนวนใบที่เจริญใหม่ของพรรณไม้น้ำอเมซอนใบยาว	25
7	ความสูงของใบที่เจริญใหม่ของพรรณไม้น้ำอเมซอนใบยาว	26
8	ความกว้างของใบพรรณไม้น้ำอเมซอนใบยาวที่เจริญใหม่	27
9	ความยาวของใบพรรณไม้น้ำอเมซอนใบยาวที่เจริญใหม่	28
10	น้ำหนักใบและรากของพรรณไม้น้ำอเมซอนใบยาว	29
11	ผลผลิตของพรรณไม้น้ำอเมซอนใบยาว	30
12	ปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในน้ำตัวอย่างก่อนปรับปุ๋ย	31
13	ปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในน้ำตัวอย่างหลังปรับปุ๋ย	32
14	ปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในต้นพืชพรรณไม้น้ำอเมซอนใบยาว	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	อเมซอนไบบาว (<i>Echinodorus amazonicus</i>)	4
2	การปลูกแบบครึ่งบกครึ่งน้ำ	11
3	การปลูกพรรณไม้น้ำแบบไร้อิน	13
4	แสดงการนับจำนวนของใบ	23
5	แสดงการวัดความกว้างของใบ	23
6	แสดงการวัดความยาวของใบ	24
7	แสดงการวัดความสูงของต้น	24
8	จำนวนใบที่เจริญใหม่ของพรรณไม้น้ำอเมซอนไบบาว	25
9	ความสูงของใบที่เจริญใหม่ของพรรณไม้น้ำอเมซอนไบบาว	26
10	ความกว้างของใบพรรณไม้น้ำอเมซอนไบบาวที่เจริญใหม่	27
11	ความยาวของใบพรรณไม้น้ำอเมซอนไบบาวที่เจริญ	28
12	น้ำหนักสด-น้ำหนักแห้งของต้น	29
13	ผลผลิตของพรรณไม้น้ำอเมซอนไบบาว	30
14	ปริมาณธาตุอาหารในน้ำตัวอย่างก่อนปรับปุ๋ย	31
15	ปริมาณธาตุอาหารในน้ำตัวอย่างหลังปรับปุ๋ย	32
16	ปริมาณธาตุอาหารในพืช	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาระดับของสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของ
พรรณไม้น้ำอเมซอนใบยาว (*Echinodorus amazonicus*)

Study on Effects of Nutrient Levels on Growth of
Amazon Swordplant (*Echinodorus amazonicus*)

คำนำ

พรรณไม้น้ำ นิยมนำมาเป็นไม้ประดับในตู้ปลา ทั้งยังมีประโยชน์ในการสังเคราะห์แสงให้ออกซิเจนแก่ปลา ช่วยกำจัดของเสียและขี้ปลาด้วย เพราะวาพรรณไม้น้ำจะดูดไปเป็นปุ๋ย ทำให้เกิดความสมดุลด้านนิเวศวิทยา ซึ่งพรรณไม้น้ำที่มีการเพาะเลี้ยงเพื่อใช้ประดับตู้ปลามีมากกว่า 250 ชนิด (กาญจนรี, 2549; บุญยา, 2549)

ในปัจจุบันพรรณไม้น้ำที่ใช้ประดับตู้ปลา ได้กลายมาเป็นธุรกิจที่มีการซื้อขายกันมากขึ้นเรื่อยๆทั้งในและนอกประเทศ โดยประเทศไทยมีส่วนแบ่งทางการตลาดประมาณ 10% ของมูลค่าการค้าหัวเอเชีย ซึ่งในประเทศไทยผู้ที่ผลิตพรรณไม้น้ำเพื่อการค้า ก็คือบริษัทเอกชนซึ่งเป็นผู้ผลิตพรรณไม้น้ำเพื่อส่งออก และเกษตรกรรายย่อยที่ส่วนมากจะเป็นธุรกิจภายในครัวเรือน แต่การเลี้ยงเพาะพันธุ์ไม้น้ำในประเทศไทยก็ยังมีผู้เพาะเลี้ยงไม่มากนักทำให้ปริมาณการส่งออกของไทยยังไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด (บุญยา, 2549) และความรู้ในการเพาะปลูกพรรณไม้น้ำนับว่าค่อนข้างใหม่สำหรับประเทศไทยเกษตรกรยังขาดข้อมูลในเชิงวิชาการ การปฏิบัติยังเป็นวิธีดั้งเดิมที่เคยทำมา ความรู้เกี่ยวกับพรรณไม้น้ำที่เป็นวิชาการในขณะนี้ส่วนมากจะเป็นความรู้ทางด้านชีววิทยาของพรรณไม้น้ำส่วนข้อมูลที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงเป็นการค้ายังมีน้อย ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงอาจจะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำ ที่จะนำไปประยุกต์ใช้เพื่อให้ได้ผลผลิตดีขึ้น และเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ต้องการใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้น ในการศึกษาวิจัยต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ทราบว่าการให้สารละลายธาตุอาหารพืชที่ระดับความเข้มข้นเท่าใดจึงจะส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำสูงสุด
2. นำไปประยุกต์ใช้เพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำเพื่อเป็นการค้า
3. เป็นข้อมูลให้ศึกษาวิจัยในขั้นที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

พรรณไม้น้ำหรือพืชน้ำ ภาษาอังกฤษเรียก aquatic plants, water plants, aquarium plants หรือ hydrophytes หมายถึงพืชที่ขึ้นอยู่ในน้ำโดยอาจจะอยู่ใต้น้ำใล่เหนือน้ำ ลอยอยู่ที่ผิวน้ำหรือขึ้นอยู่ตามริมน้ำ ชายน้ำ ริมตลิ่ง นอกจากนี้ยังรวมถึงพวกที่เจริญเติบโตอยู่ในบริเวณที่น้ำขัง และด้วย หรืออาจให้ความหมายว่า คือ พืชที่ขึ้นอยู่ในน้ำหรือพืชใดก็ตามที่ต้องอยู่ในน้ำเป็นระยะเวลาหนึ่งในช่วงชีวิต ซึ่งพืชพวกนี้มีใ้พวกพืชใต้น้ำหรือพืชใล่เหนือน้ำ (วนาวรณ, 2539) ซึ่งสามารถจัดจำแนกชนิดของพรรณไม้น้ำตามลักษณะและรูปแบบการเจริญเติบโตในแหล่งน้ำตามธรรมชาติได้ดังนี้

1. พืชใต้น้ำ (submerged plant) เป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตอยู่ใต้น้ำทั้งหมด ส่วนของราก ลำต้น ใบจมอยู่ใต้น้ำ อาจมีการยึดเกาะกับพื้นดินที่อยู่ใต้น้ำ หรือไม่ก็ได้ รากอาจมีลักษณะเป็นฝอยสั้น ๆ แยกตามข้อ หรือแตกเป็นกออยู่ใต้ดิน พืชบางชนิดเมื่อมีดอกจะชูขึ้นมาเหนือผิวน้ำน้ำ เพื่อผสมเกสร พืชกลุ่มนี้จะสามารถแลกเปลี่ยนก๊าซและธาตุอาหารจากน้ำได้โดยตรง ดังนั้นท่อลำเลียงน้ำและท่อลำเลียงอาหารของพืชกลุ่มนี้จึงมีไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับพืชบกหรือพืชน้ำกลุ่มอื่น ๆ โคลงสร้างภายในของลำต้นและใบจะมีช่องว่างมากเพื่อใช้ในการสะสมก๊าซและช่วยในการพยุงตัวให้ลอยได้ อาจมีรูปร่างหลายแบบ เช่น เป็นแถบ หรือ แผ่นยาว หรือแตกออกเป็นฝอย ใบมักจะอ่อนบางและเปราะ ประกอบด้วยเซลล์ไม่กั้นชั้น ใบไม่มีคิวตินเคลือบและไม่มีปากใบ พืชกลุ่มนี้ได้แก่ สาหร่ายเส้นด้าย สาหร่ายหางกระรอก สาหร่ายพุงชะโด สันตะวาใบพาย สันตะวาใบข้าว สันตะวาใบเดี่ยว

2. พืชที่ใล่เหนือน้ำ (emerged plant) เป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตอยู่ในน้ำบางส่วน มีรากและลำต้นเจริญเติบโตใต้น้ำ ส่วนรากจะยึดติดกับพื้นดินใต้น้ำได้ดี มีส่วนใบและดอกเจริญที่ผิวน้ำหรือเหนือน้ำ ส่วนใบและต้นมีลักษณะแข็งแรงกว่าพืชใต้น้ำ ใบด้านบนจะมีคิวตินเคลือบบาง ๆ ปากใบมักอยู่ผิวด้านบนมากกว่าผิวด้านล่าง ปากใบมักเปิดอยู่ตลอดเวลา พืชบางชนิดอาจมีใ้ใต้น้ำและเหนือน้ำ ในต้นเดียวกันและมีลักษณะที่เหมือนกันหรือต่างกันได้เช่น บัว ผักตบเต่า แวนแก้ว โสนเทียนนา บัวบา สาหร่ายญี่ปุ่นบัวหลวง บัวสาย บริเวณโคนต้นของพืชบางชนิดอาจมีเนื้อเยื่อโปร่ง ๆ สีบางเรียกว่า aerenchymatous tissue สำหรับทำหน้าที่เก็บสะสมอากาศไว้เพื่อใช้หายใจเช่น โสน เทียนนา ผักปอด

3. พืชลอยน้ำ (floating plant) เป็นพรรณไม้ที่เจริญเติบโตและลอยอยู่ที่ผิวน้ำ มีส่วนรากเจริญอยู่ใต้น้ำ ส่วน ต้น ดอก ใบ ชูขึ้นเหนือระดับน้ำ หรือเจริญอยู่ที่ระดับน้ำ ลอยไปได้อย่างอิสระ หากเจริญอยู่บริเวณที่น้ำตื้น ส่วนรากจะยึดติดกับพื้นดินใต้น้ำได้ พืชในกลุ่มนี้อาจมีขนาดเล็กเพียง 2 มม. เช่น ไข่น้ำ หรือมีขนาดใหญ่มากเช่น ผักตบชวา พืชกลุ่มนี้จะมีการปรับตัวให้ลอยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำ เช่น แหนเปิด ผักตบชวา ผักตบไทย ผักบุ้ง จอกหนู แหนแดง ไบมีรูปร่างเรียงตัวกันหลายแบบ เช่น อาจเรียงตัวซ้อนกันเป็นวงรูปถ้วยเช่น จอก จอกหนูหนู บางชนิดมีใบ 2 แบบ เช่น กระจับ มีใบได้น้ำคล้ายราก ใบที่ผิวน้ำเป็นสีเขียวขมเขียวปนุณ พรรณไม้น้ำประเภทนี้นิยมมาประดับตู้ปลาบ่อยกว่าประเภทอื่นๆ เนื่องจากเจริญเร็วและมักจะบดบังแสงสว่างมิให้ส่งถึงพืชน้ำหรือพืชน้ำบ่อด้านล่าง เป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสงพรรณไม้น้ำที่อยู่ด้านล่าง แต่จะมีประโยชน์สำหรับตู้หรือบ่อที่ใช้เพาะพันธุ์ปลา โดยรากของพรรณไม้น้ำเหล่านี้อาจจะใช้เป็นที่ยางไข่หรือเป็นที่หลบซ่อนของปลาวัยอ่อนได้

4. พืชชายน้ำ (marginal plants) เป็นพืชที่ขึ้นอยู่ริมตลิ่ง ชายคลอง ริมสระน้ำ ริมทะเลสาบ หรือบริเวณหนองน้ำที่มีน้ำท่วมขังระดับตื้นๆ พืชประเภทนี้จะมีรากหรือทั้งรากและลำต้นเจริญอยู่ในพื้นดินใต้น้ำ แล้วส่งบางส่วนของลำต้น ใบ ดอก เจริญเหนือผิวน้ำ พืชในกลุ่มนี้สามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่อมีน้ำท่วมขังลำต้นและมีแสงสว่างเพียงพอ พืชในกลุ่มนี้เองที่ทำให้เกิดความสับสนในการแบ่งแยกพืชบกและพืชน้ำ ทั้งนี้จะพบบ่อยว่ามีหลายชนิดที่นำมาจัดสวนโดยปลูกไว้บริเวณสระน้ำ ซึ่งต้นส่วนมากจัดไว้ในพวกพืชบก แต่เมื่อนำพืชเหล่านี้ไปปลูกไว้ในระดับน้ำก็สามารถเจริญได้ดีเช่นกันผู้ปลูกพรรณไม้น้ำจึงจัดพืชน้ำในกลุ่มนี้ว่าเป็นพรรณไม้น้ำที่นิยมทั่วไป เช่น ผักเปิด *Alternanthera sp.*, ไบพาย *Cryptocoryne sp.*, อเมซอน *Echinodorus sp.* เป็นต้น

พรรณไม้น้ำอีกหลายชนิดที่ยากจะจำแนกให้เด่นชัดได้ว่าอยู่ในกลุ่มใด เนื่องจากสามารถปรับตัวให้เจริญได้ในสภาพแวดล้อมหลายๆ แบบ เช่น ผักกูด (*Ceratopteris thalictroides*) สามารถเจริญได้ในที่ชื้นแฉะ ใต้ระดับน้ำและลอยตัวอยู่เหนือน้ำ โดยจะมีรูปร่างของใบที่แตกต่างกันไป ซึ่งหากจะจัดเข้ากลุ่มผักกูดก็คงจะเป็นได้ทั้งพืชชายน้ำ พืชใต้น้ำและพืชลอยน้ำ พืชบางชนิดโดยปกติจะมีชีวิตอยู่ในน้ำ แต่ถ้าบริเวณนั้นเกิดขาดน้ำจนพื้นดินเริ่มแห้งก็สามารถปรับตัวอยู่ได้ เช่น ผักแว่น *Marsilea sp.*

พรรณไม้น้ำอเมซอนใบยาว (*Echinodorus amazonicus*) มีชื่อท้องถิ่นว่า *Echinodorus brevipedicellatus* เป็นพรรณไม้น้ำที่จัดอยู่ในวงศ์ นางกวัก (Alismataceae) แหล่งที่มาคือประเทศบราซิล ตอนกลางถึงตอนใต้ของกลุ่มแม่น้ำอะเมซอน มีความสูงมากที่สุดประมาณ 16 นิ้ว (40 เซนติเมตร) ในการดำรงชีวิตของพรรณไม้น้ำจะใช้ความเข้มแสงไม่มากนัก ระดับ pH ที่เหมาะสมคือ 6.4 - 7.2 ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 24 - 28 °C ความกระด้างของน้ำควรมีค่าเท่ากับ 30 - 170 ppm ใช้กรวดละเอียดหรือทรายเป็นวัสดุปลูก การขยายพันธุ์โดยการแยกและย้ายต้นอ่อนจากก้านดอก ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับต้นแม่ (Rataj and Horemán, 2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 อเมซอนไบยาว (*Echinodorus amazonicus*)

สมบัติของทรายหยาบ

1. แหล่งกำเนิด : จากชายทะเลหรือแม่น้ำ
2. สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์
 - สมบัติในการอุ้มน้ำค่อนข้างดี
 - สมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุไม่มี
 - ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 1.5-1.8
 - ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้ 0.5-2 มม.
 - ความพรุนต่ำ
 - ความคงทนของโครงสร้างดี
3. ลักษณะการนำไปใช้ : วัสดุเพาะชำ วัสดุปลูก วัสดุปรับปรุงดิน
4. อายุการใช้งาน : หลายปี
5. ราคาถูก : ถ้าอยู่ในแหล่งผลิต
6. ข้อดี
 - ความสามารถอุ้มน้ำดีกว่ากรวด
 - เป็นสารเฉื่อยไม่ทำปฏิกิริยาเคมี
 - อายุการใช้งานนาน
 - วัสดุที่ผ่านกระบวนการโดยให้ความร้อน
7. ข้อเสีย
 - จะมีการอัดตัวแน่น อาจทำให้มีปัญหการระบายน้ำและอากาศ
 - มีน้ำหนักมาก
 - มีความพรุนต่ำ (ดิเรก, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการแพร่กระจายของพรรณไม้น้ำ

1. ปัจจัยทางกายภาพ แสง อุณหภูมิ ความขุ่น ลักษณะพื้นท้องน้ำ ความเร็วความแรงของกระแสน้ำพืชน้ำบางชนิดมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงได้สูง
2. ปัจจัยทางเคมี ได้แก่ pH ความเค็ม ปริมาณธาตุในน้ำและในดิน ปัจจัยปัจจัยทางชีวภาพ ได้แก่พวกแมลง สัตว์กินพืช โรค

ปัจจัยในการดำรงชีวิตของพรรณไม้น้ำ

พรรณไม้น้ำจะเจริญได้ดีและขยายพันธุ์ได้รวดเร็วนั้น จำเป็นต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่างเข้าช่วยซึ่งมีทั้งปัจจัยภายในของพรรณไม้น้ำ และปัจจัยภายนอกหรือด้านกายภาพที่จะมากระทบต่อตัวพรรณไม้น้ำนั้นประกอบไปด้วย

1. น้ำ

พืชน้ำแต่ละชนิดมีความต้องการคุณสมบัติของน้ำที่แตกต่างกันในการดำรงชีวิต ทั้งทางตรงและทางอ้อม คุณสมบัติของน้ำที่มีอิทธิพลต่อพรรณไม้น้ำได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง ความขุ่นและความกระด้าง เป็นต้น

1.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ค่า pH ของน้ำเป็นการวัดปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนที่มีอยู่ในน้ำ เป็นตัวแสดงให้ทราบว่าน้ำมีคุณสมบัติเป็นกรดเป็นด่าง pH มีค่าตั้งแต่ 0-14 โดยค่า pH 7.0 หมายถึง น้ำที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง ค่า pH น้อยกว่า 7 แสดงว่าน้ำมีคุณสมบัติเป็นกรด โดยค่ายิ่งน้อยมีความเป็นกรดสูง และ pH ที่มากกว่า 7 ขึ้นไปแสดงว่าน้ำมีคุณสมบัติเป็นด่าง โดยค่ายิ่งมากน้ำมีความเป็นด่างสูง ค่าของน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นกับลักษณะภูมิอากาศ ลักษณะของพื้นดินและหิน ปริมาณน้ำฝน ตลอดจนการใช้ดินในบริเวณแหล่งน้ำเหล่านั้น ดินที่เป็นกรดจะทำให้น้ำมีสภาพเป็นกรดไปด้วยการวัดค่า pH สามารถวัดได้โดยใช้เครื่องมือวัด pH (pH meter) หรือวิธีง่ายๆ โดยการเทียบสี

พรรณไม้น้ำสามารถใช้ธาตุอาหารในน้ำได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับระดับ pH ของน้ำ ถ้า pH ต่ำหรือสูงเกินไป พรรณไม้น้ำไม่สามารถเจริญได้ดี ส่วนใหญ่จะเจริญงอกงามได้ดีในน้ำที่มีค่า pH ระหว่าง 6.5-7.5 แต่ในช่วงที่มีแสงสว่างหรือในเวลากลางวัน พรรณไม้น้ำจะใช้คาร์บอนไดออกไซด์เพื่อสังเคราะห์ pH

1.2 ความขุ่นของน้ำ (Turbidity)

ในการปลูกพรรณไม้น้ำจำเป็นต้องใช้น้ำที่สะอาดเพื่อให้พรรณไม้น้ำสังเคราะห์แสงได้ดี ถ้า น้ำมีความขุ่นก็จะเป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสงของพืชเนื่องจากสารแขวนลอยในน้ำจะ สะท้อนหรือดูดซับแสงเอาไว้ แสงไม่สามารถส่องผ่านลงไปยังพื้นดินใต้น้ำ เป็นการลดปฏิกิริยาการ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังเคราะห์แสงของพรรณไม้ น้ำ สังเกตได้ว่าถ้าแหล่งน้ำใดมีความขุ่นอยู่ตลอดเวลาจะไม่มีพรรณไม้ น้ำเจริญงอกงามอยู่ใต้น้ำเลย สำหรับอุปกรณ์ที่ช่วยลดความขุ่นของน้ำได้ดีคือ เครื่องกรองน้ำ

1.3 ความกระด้างของน้ำ (Water hardness)

ความกระด้างของน้ำเป็นปริมาณของเกลือแคลเซียมหรือแมกนีเซียมที่ละลายอยู่ในน้ำและอาจรวมถึงแร่ธาตุอื่นๆ หากละลายอยู่เป็นปริมาณมาก ค่าความกระด้างของน้ำเป็นผลรวมของค่าความกระด้างชั่วคราวและความกระด้างถาวร ความกระด้างชั่วคราว เกิดจากสารละลายแคลเซียมหรือแมกนีเซียมไบคาร์บอเนต ซึ่งเมื่อถูกความร้อนจะตกตะกอนกลายเป็นหินปูน ส่วนความกระด้างถาวรเกิดจากสารละลายพวกแคลเซียมหรือแมกนีเซียมคาร์บอเนต หรือพวกเกลือจากกรดบางชนิด

โดยคำนวณในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนตหรือ degree of hardness ($^\circ\text{dH}$) ซึ่ง 1°dH มีค่าเท่ากับ 10 มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมออกไซด์ (วนาวรณ, 2539)

ความกระด้างของน้ำที่เหมาะสมต่อการปลูกพรรณไม้ น้ำคือ (75-150 มิลลิกรัม/ลิตร) (กาญจนรี, 2546)

ตารางที่ 1 ค่าความกระด้างของน้ำแบ่งเป็นประเภทได้ดังนี้

$^\circ\text{dH}$	มิลลิกรัม/ลิตร ของ CaCO_3	ประเภทของน้ำ
0-3	0-50	น้ำอ่อนมาก
3-6	50-100	น้ำอ่อน
6-12	100-200	น้ำกระด้างเล็กน้อย
12-18	200-300	น้ำกระด้างปานกลาง
18-25	300-450	น้ำกระด้าง
มากกว่า 25	มากกว่า 450	น้ำกระด้างมาก

ที่มา : วนาวรณ (2539)

2. แสงสว่างและอุณหภูมิ

แสงสว่างมีความสำคัญในการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหาร โดยปกติพรรณไม้ น้ำใช้แสงสว่างจากดวงอาทิตย์ซึ่งมีคุณภาพที่ดีที่สุดต่อการเจริญเติบโต แต่ยากที่จะควบคุมปริมาณของแสงให้พอดีกับความต้องการของพรรณไม้ น้ำแต่ละชนิด ถ้าแสงมากเกินไปจะทำให้ตะไคร่น้ำเจริญเติบโตได้ดีขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ขุ่นเขียว การปลูกพรรณไม้ น้ำในตู้จึงจำเป็นต้องใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงเทียบจากหลอดไฟ ซึ่งเราสามารถควบคุมปริมาณแสงและระยะเวลาที่ต้องการแสงสว่างแก่พรรณไม้มาได้

พรรณไม้ต่างชนิดกันต้องการปริมาณแสงที่แตกต่างกัน พวกที่ชอบขึ้นในแหล่งน้ำที่อยู่ในป่าที่บได้ร่มเงาต้นไม้ใหญ่ย่อมต้องการปริมาณแสงน้อยกว่าพรรณไม้ที่อยู่ในแหล่งน้ำที่โล่งแจ้ง พืชต้องการแสงสีแดงและสีน้ำเงินในการสังเคราะห์แสง การปลูกในตู้นิยมใช้หลอดนีออนชนิดพิเศษ ซึ่งออกแบบให้มีสีม่วงแดงมีประสิทธิภาพเท่าแสงธรรมชาติ ทำให้พรรณไม้สามารถให้สังเคราะห์แสงได้ ประมาณความเข้มของแสงสว่างที่เหมาะสมในตู้ไม้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ขนาดและรูปแบบของตู้ ขนาดของหลอดไฟ ความขุ่นของน้ำ ระยะเวลาในการให้แสงสว่าง ถ้าหากวางตู้ที่ไม่ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ เช่น ห่างจากประตูหรือหน้าต่างควรเปิดหลอดไฟประมาณวันละ 10-14 ชั่วโมง ขึ้นกับชนิดของพรรณไม้นั้นว่าต้องการปริมาณแสงมากหรือน้อยเพียงใด ฉะนั้น ในการปลูกพรรณไม้หลายชนิดรวมกันจึงควรคัดเลือกพรรณไม้ที่มีความต้องการแสงที่ใกล้เคียงกันจะทำให้เจริญงอกงามได้ แสงสว่างที่เหมาะสมส่วนใหญ่ที่พรรณไม้ต้องการคือ (40-60%) (วนาวรณ, 2539; กาญจนวี, 2546)

ตารางที่ 2 แสดงการให้แสงสว่างในตู้พรรณไม้

ความจุของน้ำ (ลิตร)	ขนาดของตู้ (นิ้ว) ย×ก×ส	จำนวนหลอดไฟ (หลอด)	กำลังของหลอดไฟ (วัตต์)	ความยาวหลอด (นิ้ว)
71	24×12×15	3	15	18
85	28×14×14	2	20	24
88	30×12×15	3	20	24
106	36×12×15	2	25	30
110	28×18×14	3	20	24
142	28×12×15	2	40	42
160	39×16×16	2	30	36
200	39×20×16	3	30	36
263	51×18×18	2	40	48
321	51×22×18	3	40	48
400	63×20×20	2	65	60
480	63×24×20	2	65	60

ที่มา : วนาวรณ (2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิ เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อพรรณไม้น้ำเช่นกัน พรรณไม้น้ำบางชนิดชอบอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ บางชนิดชอบอยู่ที่อุณหภูมิสูง การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำย่อมมีผลต่อการเจริญเติบโต และการเพิ่มจำนวนของพรรณไม้น้ำในประเทศไทยมีอุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงระหว่าง $23^{\circ} - 32^{\circ} \text{C}$ แต่พรรณไม้น้ำส่วนใหญ่จะเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิ $25^{\circ} - 29^{\circ} \text{C}$ ในบางครั้งจึงเป็นการยากที่จะควบคุมอุณหภูมิสำหรับนักจัดพรรณไม้น้ำแล้วอาจใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (thermostats) ในการควบคุมอุณหภูมิของน้ำให้เหมาะสมสำหรับพรรณไม้น้ำ

3.อาหาร

อาหารหรือปุ๋ยพรรณไม้น้ำต้องการนำไปใช้ประโยชน์นั้นมักพบว่าจะละลายอยู่ในน้ำจากธรรมชาติอย่างเพียงพอ ซึ่งจะสังเกตได้จากพรรณไม้น้ำบางชนิดสามารถเจริญงอกงามอยู่ได้บนก้อนหินในลำธารที่มีน้ำไหลผ่านตลอดเวลา ทั้งนี้เนื่องจากมีอาหารธาตุละลายอยู่ในน้ำและพรรณไม้น้ำสามารถดูดซึมเอาไปใช้ประโยชน์ได้ อาหารธาตุต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำจากธรรมชาติอาจมีแหล่งที่มาจากแหล่งน้ำใต้ดินหรืออาจเกิดจากการไหลผ่านของน้ำในพื้นที่ๆ ได้รับการใส่ปุ๋ย มีการหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลา สำหรับหารปลูกพรรณไม้น้ำในตู้จึงควรถ่ายเทน้ำ โดยการถ่ายน้ำเก่าทิ้งแล้วเติมใหม่จะเป็นการเพิ่มอาหารธาตุแก่พรรณไม้น้ำวิธีหนึ่ง เว้นแต่มีการปลูกอย่างหนาแน่น จำเป็นต้องมีการเติมอาหารหลักของพรรณไม้น้ำคือ คาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน รองลงมาคือไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และที่พรรณไม้น้ำต้องการน้อยที่สุดคือ พลังจลธาตุ โดยอาหารแต่ละชนิดมีความสำคัญดังนี้

3.1 คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

พรรณไม้น้ำจะใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสงโดยจะเกิดขึ้นในขณะที่มีแสงสว่าง ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซที่ละลายน้ำได้ดีโดยจะได้ออกจากการดูดซึมจากบรรยากาศและจากขบวนการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุต่างๆ โดยแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำและได้จากสัตว์น้ำปล่อยออกมา

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำมีผลทำให้ค่า pH และค่าความกระด้างเปลี่ยนแปลงไปด้วย ในขณะเวลากลางคืนหรือในที่มืด พรรณไม้น้ำไม่ใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสง ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปในน้ำเพื่อทำให้พรรณไม้น้ำเจริญเติบโตได้ดีไม่แคระแกร็น ในกรณีที่มีการเลี้ยงปลาควบคู่ไปกับการปลูกพรรณไม้น้ำด้วย จำเป็นต้องระมัดระวังความสมดุลย์ระหว่างปริมาณก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นกรณีพิเศษ เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลทำให้ระบบหายใจของสัตว์น้ำผิดปกติ ขณะที่พรรณไม้น้ำสังเคราะห์แสงจะใช้คาร์บอนไดออกไซด์และปล่อยออกซิเจนมาให้สัตว์น้ำได้ใช้ในการหายใจ ในขณะเดียวกันสัตว์ก็จะปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาให้พรรณไม้น้ำใช้ประโยชน์เช่นกัน ซึ่งถ้าอัตราการคายออกซิเจนของพรรณไม้น้ำพอเหมาะกับความอัตราการคายคาร์บอนไดออกไซด์ของสัตว์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งปลาและพรรณไม้น้ำก็จะมีชีวิตอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุข (วนาวรรณ, 2539) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำที่เหมาะสมคือประมาณ (5-15 มิลลิกรัม/ลิตร) (กาญจนวี , 2546)

3.2 ออกซิเจน (O_2)

พรรณไม้น้ำใช้ก๊าซออกซิเจนเป็นปัจจัยสำคัญในการหายใจ ซึ่งจะเกิดขึ้นในเวลากลางวันขณะที่ไม่มีแสงสว่าง เมื่อขบวนการสังเคราะห์แสงหยุดลง พรรณไม้น้ำที่อาศัยอยู่ใต้น้ำจะดูดซึ่มก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ส่วนพวกที่มีใบเจริญอยู่เหนือน้ำจะดูดซึ่มจากบรรยากาศโดยตรง โดยเซลล์พืชจะใช้ก๊าซออกซิเจนไปใช้ในการสลายอาหารเพื่อให้ได้พลังงานออกมา และปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากใบ ก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำอาจได้โดยตรงจากบรรยากาศ ซึ่งเกิดจากขบวนการสังเคราะห์แสงหรือได้จากขบวนการทางด้านเคมีอื่นๆ ในน้ำ แต่ปริมาณออกซิเจนในน้ำจะเกิดขึ้นได้มากหรือน้อยนั้นขึ้นกับปริมาณความเข้มข้นของแสงเป็นสำคัญ ถ้าหากแหล่งน้ำนั้นได้รับแสงสว่างอย่างเพียงพอ พืชก็จะใช้ออกซิเจนที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงได้อย่างพอเพียงในการใช้คาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนของพรรณไม้น้ำนี้จะมีความสัมพันธ์กับขบวนการสังเคราะห์และการหายใจ

3.3 ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม

อาหารทั้ง 3 ชนิดมีความสำคัญต่อพรรณไม้น้ำเช่นเดียวกับในพืชบกซึ่งไนโตรเจนมีความสำคัญในการสร้างโปรตีนของพรรณไม้น้ำเป็นตัวช่วยเร่งการเจริญเติบโตของใบและลำต้น ทำให้ใบสวยงามและแข็งแรง ส่วนฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมจะช่วยให้พืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว สูตรที่เหมาะสมต่อการปลูกพรรณไม้น้ำส่วนใหญ่แล้วเป็นอัตราส่วนดังนี้

$N : P_2O_5 : K_2O = 3 : 2 : 1$ ส่วนปริมาณการใส่ปุ๋ยนั้นหากเป็นการปลูกพรรณไม้น้ำที่เจริญใต้น้ำควรใช้ประมาณ 1.0-0.3 ppm. (0.1-0.3 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร) ถ้าเป็นพรรณไม้น้ำที่มีใบเจริญเหนือน้ำ แต่รากหรือลำต้นเจริญใต้น้ำควรใช้ประมาณ 0.5-1.5 ppm. (0.5-1.5 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร) ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของพรรณไม้น้ำซึ่งจะมีความต้องการชนิดและปริมาณของอาหารธาตุหรือปุ๋ยที่แตกต่างกัน การให้ปุ๋ยควรให้ประมาณ 1-2 สัปดาห์ต่อ 1 ครั้ง

3.4 จุลธาตุ

จุลธาตุเป็นอาหารธาตุที่พรรณไม้น้ำต้องการในปริมาณเล็กน้อยโดยปกติในแหล่งน้ำธรรมชาติมักจะมีจุลธาตุชนิดต่างๆ ละลายนํ้าอยู่ในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการของต้นไม้ ประกอบกับปุ๋ยวิทยาศาสตร์ที่ใช้ทางการเกษตรที่ซื้อขายกันในท้องตลาด มักจะมีการเติมจุลธาตุที่สำคัญบางชนิดลงไปแล้ว ซึ่งจุลธาตุที่มีความสำคัญต่อขบวนการย่อยสลายมีหลายชนิด เช่น เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) โบรอน (B) ทองแดง (Cu) และโมลิบดีนัม (Mo) เป็นต้น (วนาวรรณ, 2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ .

ข้อเสียของพรรณไม้น้ำ

1. ทำให้แหล่งน้ำเน่าเสียเมื่อมีการขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว เมื่อมันตายลงแบคทีเรียจะย่อยสลายทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลงอย่างรวดเร็วทำให้เกิดน้ำเน่าเสีย
2. พืชบางชนิดมีหนามแหลม บางชนิดมีอันตรายต่อสัตว์น้ำวัยอ่อน เช่น สาหร่ายข้าวเหนียว จะมีถุงขนาดเล็กอยู่ที่โคนใบ จะผลิตน้ำย่อยที่ย่อยโปรตีนได้ คอยจับแมลง แพลงก์ตอนและลูกปลาเป็นอาหาร
3. สามารถดูดซับธาตุอาหารต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วถ้ามีปริมาณมาก ทำให้สัตว์น้ำหรือพืชอื่นไม่สามารถนำเอาแร่ธาตุไปใช้ได้
4. เป็นอุปสรรคต่อการคมนาคม การระบายน้ำ การท่อน้ำ ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน เช่น ผักตบชวา จอกหูหนู

ประโยชน์ของพันธุ์ไม้น้ำ

1. ใช้เป็นแหล่งอาหารของคนและสัตว์โดยตรง เช่น ผักบุ้ง ผักกูด บอน ใสน้ำ ผักแว่น ผักกูด บัวกระจุบ เป็นต้น
2. เป็นแหล่งวางไข่และหลบภัยของสัตว์น้ำนานาชนิด เช่น รากของผักตบชวา ตามใบมีสาหร่ายมาเกิดและเจริญเติบโตอยู่
3. การเพิ่มก๊าซออกซิเจนให้แก่แหล่งน้ำ
4. สามารถนำมาใช้บำบัดน้ำเสียเนื่องจากสามารถดูดซับธาตุอาหารต่างๆ ได้เป็นอย่างดี เช่น ผักตบชวา
5. มีความสำคัญทางเศรษฐกิจใช้เป็นพันธุ์ไม้สวยงามประดับตู้ปลา ทำให้เกิดธุรกิจพันธุ์ไม้ในประประเทศและส่งออกต่างประเทศ

การเพาะขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำ

พรรณไม้สามารถขยายพันธุ์ได้หลายวิธีคล้ายพืชบกดังนี้

การขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ

โดยการใช้เมล็ด เช่น สันตะวา, ชบา, แอมมาเนีย, อเมซอน และทับทิม

การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

1. ขยายพันธุ์เกิดสปอร์ เช่น รากดำใบยาว และเฟิร์นน้ำ
2. ขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นพืช ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำต้น โดยการตัดลำต้นระหว่างข้อปลอกบนดิน หรือพื้นกรวดขนาดเล็ก เช่น แอมมาเนีย, โรทาล่า หรือทับทิม, ขาไก่, สาหร่ายฉัตร, สาหร่ายเดนซ่า, สาหร่ายหางกระรอก, หลิวน้ำ, น้ำตาเทียนและลานไพลิน เป็นต้น

หน่อ ไหล เหง้า โดยการแยกต้นอ่อนที่เกิดขึ้นจากหน่อ ไหล เหง้า ไปปลูกบนพื้นดินหรือพื้นกรวด เช่น อนุเบียส, แครกจิทาเรีย, เทป, โลบิเลีย และบัวชนิดต่าง ๆ

รูปแบบการเพาะขยายพรรณไม้น้ำสวยงาม แบ่งออกเป็น 2 แบบดังนี้

1. การเพาะขยายพันธุ์ในแบบดั้งเดิม

คือการปลูกพรรณไม้น้ำในแปลงดิน ๆ เช่น บ่อซีเมนต์ บ่ออิฐบล็อก อ่างหรือบ่อน้ำในที่โล่งแจ้ง หรืออาจมีตาข่ายคลุมพรางแสง ซึ่งแบ่งออกได้ดังนี้

1.1 การปลูกแบบครึ่งบกครึ่งน้ำ

โดยทั่วไปโดยทั่วไปพรรณไม้น้ำส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้ดีในที่ชื้น และพรรณไม้น้ำสวยงามส่วนมากเป็นพืชชายน้ำ การเพาะขยายพันธุ์จะปลูกในแปลงที่มีวัสดุปลูกเป็นดินหรือกรวดขนาดเล็กประมาณ 2-3 มิลลิเมตร มีน้ำท่วมแค่โคนต้น บ่อปลูกอาจเป็นบ่อซีเมนต์เดี่ยวหรือกระบะ มีตาข่ายพรางแสงประมาณ 40-60% ขึ้นกับชนิดของพรรณไม้น้ำ มีระบบน้ำหยดสปริงเกอร์ หรือใช้ฝักบัวรดน้ำเป็นระยะ ช่วยให้มีความชุ่มชื้น ใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์ชนิดสารละลายสูตร 25-5-5 ละลายน้ำในอัตราส่วนปุ๋ยประมาณ 10-25 mg ต่อ น้ำ 20 ลิตร แล้วนำมาโปรยให้ทั่วทั้งแปลงเพื่อช่วยเร่งการเจริญเติบโตให้แก่ต้นพันธุ์



ภาพที่ 2 การปลูกแบบครึ่งบกครึ่งน้ำ

ที่มา : กาญจนรี (2546)

เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการเพาะขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำสวยงามประเภทพืชครึ่งบกครึ่งน้ำ และประเภทระบาย เช่น คริบ(Xytocoryne), อเมซอน(Echinodorus), ผักเป็ดน้ำ(Alternanthera), แอมมาเนีย(Ammannia), อนุเบียส(Anubias), หรือรากดำไมยขาว(Microsorium) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงในลักษณะใดๆ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนต่างๆที่สามารถปลูกเพื่อขยายพันธุ์ ได้แก่ ต้นกล้าจากการเพาะเมล็ด ยอดอ่อนจากลำต้นต้นอ่อนบนด้านช่อดอกไหลงว้าหรือหน่อเป็นต้น

1.2 การปลูกแบบใต้น้ำในบ่อดิน

วิธีนี้จะใช้ในการเพาะขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำจำพวกสาหร่าย เช่น การปลูกสาหร่ายชนิดสาหร่ายหางกระรอก และสาหร่ายเดนซ่า โดยการตัดลำต้นมาปักชำในวัสดุปลูกที่เป็นดิน แล้วจึงเด็ดยอดไปจำหน่าย หรือการปลูกต้นเทพ ในบ่อน้ำที่มีกรวดเป็นวัสดุปลูก เทพจะขยายออกทางด้านข้าง แแตกออกเป็นไหลเกิดต้นใหม่

แปลงปลูก ให้เตรียมในลักษณะแบบเดียวกับการปลูกแบบครึ่งบกครึ่งน้ำ แต่ควรทำการเติมน้ำสะอาดลงในแปลงปลูกให้สูงประมาณ 30 cm ซึ่งเป็นระดับความสูงที่วัดจากกรวด ขั้นตอนการปลูกและการดูแล จะปฏิบัติเช่นเดียวกับการปลูกแบบครึ่งบกครึ่งน้ำ แต่ควรทำการดูแลโดยใช้ปุ๋ย NPK ชนิดละลายน้ำอัตรา 25-5-5 หรือ 30-20-10 ในอัตรา 5-15 gm ต่อน้ำ 1,000 ลิตร เมื่อต้นพรรณไม้น้ำสวยงามเจริญเติบโตสมบูรณ์เต็มที่แล้วก็สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตไปจำหน่ายได้เลย

1.3 การปักชำพรรณไม้น้ำสวยงามก่อนการจำหน่าย

วิธีนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "การปักชำใต้น้ำ" ถือเป็นเทคนิคที่ต้องนำไปใช้กับการเพาะขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำสวยงามแบบครึ่งบกครึ่งน้ำ ทั้งนี้เพื่อให้ลำต้น ใบ และราก มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและสีส้ม ให้มีความอ่อนช้อย และสวยงามมากยิ่งขึ้น ทั้งยังช่วยทำให้พรรณไม้น้ำสวยงามเจริญเติบโตได้ดี เมื่อนำไปปลูกประดับในตู้กระจกด้วย โดยปลูกในบ่อซีเมนต์ ใส่กรวดล้างสะอาด ขนาดประมาณ 2-3 มิลลิเมตร เติมน้ำสะอาดลงในบ่อให้มีความสูง ประมาณ 30 cm โดยวัดระดับความสูงจากกรวด การปลูกหรือปักชำ ปักชำยอดพรรณไม้น้ำสวยงามลงในกรวดเติมน้ำสะอาดเพิ่มอีกโดยเติมให้มีความสูงวัดจากระดับกรวดประมาณ 50-60 cm ทำการถ่ายน้ำ 30% สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ใส่ปุ๋ยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ได้แก่ปุ๋ย NPK ชนิดละลายน้ำสูตร 25-5-5 หรือ 30-20-10 ในอัตรา 5-15 gm ต่อน้ำ 1,000 ลิตร (ควรใส่หลังจากเติมน้ำครั้งใหม่แล้วประมาณ 2-3 วัน) เติมห้าคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อให้พืชได้นำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ประมาณ 7-15 วัน พรรณไม้น้ำในบ่อปักชำจะเจริญเติบโตทั้งระบบราก ลำต้น ใบ และสีส้มสวยงามขึ้น จึงสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตไปจำหน่ายได้

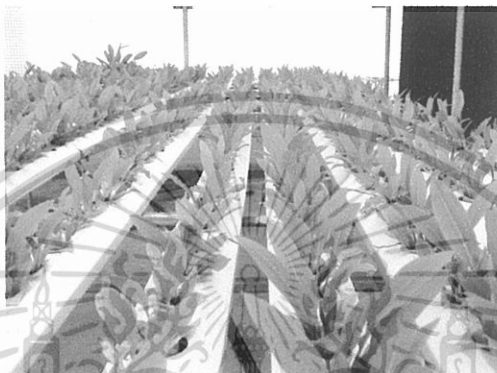
2. การเพาะขยายพันธุ์แบบพัฒนา

เป็นการปลูกพรรณไม้น้ำสวยงามในโรงเรือน (green house) มีการควบคุมความชื้น แสงสว่าง และการให้ปุ๋ยโดยอัตโนมัติ วัสดุปลูกเป็นแร่ใยหินในกระถางพลาสติกขนาดเล็ก (Rock wool) หรืออาจจะไม่มีการใช้วัสดุปลูก ซึ่งการเพาะขยายพันธุ์แบบพัฒนานี้จะมีข้อดีตรงสามารถผลิตพรรณไม้น้ำสวยงามได้ในปริมาณมาก สามารถกำหนดระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่แน่นอนได้ และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลผลิตที่ได้จะมีลักษณะที่สวยงามสมบูรณ์ แต่มีข้อเสียตรงที่ต้องใช้เงินลงทุนเริ่มแรกค่อนข้างสูง (บุญยา,2549)

การปลูกพรรณไม้น้ำแบบไร้ดิน

ได้แก่การปลูกในกระถางคล้ายตะกร้าพลาสติกขนาดเล็ก โดยใช้วัสดุปลูกเป็นแร่ใยหิน (Rock wool) ซึ่งมีคุณสมบัติชุ่มน้ำ นุ่มไม่เปื่อยง่าย ไม่เกาะกันเป็นก้อน พรรณไม้น้ำที่ปลูกในกระถางจะแช่ไว้ในบ่อหรือกระบะที่มีน้ำ มีการให้น้ำโดยเติมลงไปกับน้ำ



ภาพที่ 3 การปลูกพรรณไม้น้ำแบบไร้ดิน

ความหมายของคำว่า “การปลูกพืชไม่ใช้ดิน”

คำว่า “การปลูกพืชไม่ใช้ดิน” หมายถึง วิธีการปลูกพืชเพื่อให้พืชได้รับสารอาหาร หรือ สารละลายธาตุอาหารที่มีน้ำที่ผสมกับธาตุอาหารที่พืชต้องการทางรากพืชโดยพืชที่ปลูกนั้นจะปลูกลงบนวัสดุปลูก หรือโดยไม่ต้องมีวัสดุปลูกก็ได้

การปลูกพืชเลียนแบบการปลูกพืชบนดิน โดยไม่ใช้ดินเป็นวัสดุปลูก แต่เป็นการปลูกพืชลงบนวัสดุปลูกชนิดต่างๆ (Soiless Culture) โดยพืชสามารถเจริญเติบโตบนวัสดุปลูกจากการได้รับสารละลายธาตุอาหารพืช (หรือสารอาหารพืช) ที่มีน้ำผสมกับปุ๋ยหรือสารเคมีที่มีธาตุต่างๆที่พืชต้องการ (Nutrient solution) จากทางรากพืช ส่วนการปลูกพืชที่ไม่ใช้วัสดุปลูก (Nonsubstrate หรือ Water Culture) คือการปลูกพืชลงบนสารละลายธาตุอาหารพืชโดยให้รากพืชสัมผัสกับสารละลายธาตุอาหารโดยตรง (Hydroponics)

วัสดุปลูกที่เป็นอนินทรีย์สาร

- 1) วัสดุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ททราย กรวด หินเกล็ด หินภูเขาไฟ หินซีสท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) วัสดุปลูกที่ผ่านกระบวนการโดยใช้ความร้อน เช่น ดินเผา เม็ดดินเผา ไยหินหรือรีอควูล เพอร์ไลท์ เวอร์มิคูไลท์
- 3) วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น เศษอิฐจากการทำอิฐมอญ เศษดินเผาจากโรงงานเครื่องปั้นดินเผา

วัสดุปลูกที่เป็นอินทรีย์สาร

- 1) วัสดุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฟางข้าว ขุยมะพร้าว และเส้นใยมะพร้าว แกลบ และขี้เถ้า เปลือกถั่ว พืช
- 2) วัสดุเหลือใช้หรือผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ชานอ้อย กากตะกอนจากโรงงานน้ำตาล วัสดุเหลือใช้จากโรงงานกระดาษ

วัสดุสังเคราะห์ เช่น เม็ดโฟม แผ่นฟองน้ำ สารดูดความชื้น และเส้นใยพลาสติก

เรียกวัสดุที่ใช้ปลูกพืชนี้ด้วยคำรวมๆ ว่า "ซับสเตรท (Substrate)" แต่ถ้า มีการใช้วัสดุปลูกพืชเป็นวัสดุเฉพาะวัสดุใดวัสดุหนึ่งแบบเจาะจงก็จะเรียกชื่อการปลูกตามวัสดุที่ใช้ปลูก เช่น

ถ้าใช้ทรายเป็นวัสดุปลูกเรียกว่า การปลูกพืชโดยใช้ทรายเป็นวัสดุปลูก (Sand Culture)

ถ้าใช้กรวดเป็นวัสดุปลูกเรียกว่า การปลูกพืชโดยใช้กรวดเป็นวัสดุปลูก (Gravel Culture)

ถ้าใช้รีอควูลเป็นวัสดุปลูกเรียกว่า การปลูกพืชโดยใช้รีอควูลเป็นวัสดุปลูก (Rockwool Culture)

ถ้าใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุปลูกเรียกว่า การปลูกพืชโดยใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุปลูก (Sawdust Culture)

การรักษาหรือควบคุม pH ของสารละลายธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารพืชแต่ละธาตุ (ปุ๋ย) ที่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารนั้นรากพืชจะดูดนำไปใช้เป็นประโยชน์ได้มากน้อยเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับค่าของ pH ที่แตกต่างกันไป ดังนั้นค่าของ pH ในสารละลายจะเป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงความสามารถของรากที่จะดูดธาตุอาหารต่างๆ ที่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืชได้

การรักษา pH ในสารละลายธาตุอาหารพืชสามารถเปลี่ยนแปลงได้หลายสาเหตุอันเนื่องมาจากการที่รากพืชดูดธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหารแล้วปลดปล่อย ไฮโดรเจน (H) และไฮดรอกไซด์ (HO) สู่อะลูมิเนียมธาตุอาหาร ทำให้ pH เปลี่ยนแปลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าหากธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหารพืชมีประจุไฟฟ้าบวกหรือแคตไอออนมากกว่าประจุไฟฟ้าลบหรือแอนไอออนแล้ว pH ของสารละลายธาตุอาหารจะลดลง แต่ถ้ามีการดูดกินแอนไอออนมากกว่าแคตไอออน ค่า pH จะเพิ่มขึ้น

การรักษาหรือควบคุมค่าของ pH

พืชแต่ละชนิดต้องการ pH ที่แตกต่างกันไป pH ที่ 4.0 จะเป็นค่าต่ำสุดและสูงสุดที่ 10.0 ค่า pH ที่สูงกว่านี้เพียง 2-3 วันจะทำให้พืชดูดธาตุแมงกานีส เหล็กและฟอสเฟตไปใช้ได้ยาก

โดยทั่วไปควรรักษาค่าของ pH ที่ 5.8-10.0 เพราะเป็นค่าหรือช่วงที่ธาตุอาหารพืชต่างๆ สามารถคงรูปในสารละลายที่พืชส่วนมากนำไปใช้ได้ดี แต่ปกติแล้วค่านิยมรักษากันมากคือค่าของ pH ที่ 6

การปรับเพื่อลดหรือเพิ่มค่าของ pH นั้นสามารถทำได้โดยการเติมสารลงไปในสารละลายธาตุอาหารพืชเช่น

1) การปรับเพื่อเพิ่มค่าของ pH ในกรณีที่สารละลายธาตุอาหารพืชเป็นกรดมากเกินไปเราสามารถปรับให้สูงขึ้นได้โดยการเติม โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide KOH) หรือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, NaOH) หรือ โซเดียมไบคาร์บอเนต (Sodium bicarbonate หรือ Bicarbonate of soda, NaHCO_3) หรือ แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (Ammonium hydroxide, NH_4OH) สารใดสารหนึ่งลงไปในสารละลายธาตุอาหารพืช

2) การปรับเพื่อลดค่าของ pH

ในกรณีที่สารละลายธาตุอาหารพืชเป็นด่างมากเกินไป ควรเติมสารใดสารหนึ่งต่อไปนี้คือ กรดซัลฟูริก (Sulfuric, H_2SO_4) หรือ กรดไนตริก (Nitric acid, HNO_3) หรือ กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid, HCl) หรือ กรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid, H_3PO_4) หรือ กรดอะซิติก (Acetic acid, CH_3COOH)

ข้อควรระวังในการใช้เครื่องวัด pH (pH meter)

ก่อนใช้ควรปรับเครื่องให้มีความเที่ยงตรงเสียก่อนโดยการใช้ น้ำยามาตรฐานหรือเรียกว่า "สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน" (buffer solution) เช่น บัฟเฟอร์ 4 บัฟเฟอร์ 7 หรือบัฟเฟอร์ 10 เป็นต้น

การควบคุมค่า EC (Electrical Conductivity) ของสารละลายธาตุอาหารพืช

เพื่อควบคุมระดับของเกลือหรือปุ๋ยในสารอาหารเพื่อให้พืชได้รับปริมาณสารอาหารตามที่ต้องการ โดยการวัดค่าการนำไฟฟ้า หรือความสามารถของสารละลายที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถวัดการนำไฟฟ้าโดยใช้เครื่องวัดการนำไฟฟ้า (EC meter) ได้โดยมีหน่วยวัดเป็น โมห์ (mho) หรือซีเมน (siemens) ซึ่งค่านี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณของปุ๋ย (เกลือ) หรือความเข้มข้นของ สารละลายที่มีในสารอาหาร

จากค่าการนำไฟฟ้า "เราจะทราบเพียงความเข้มข้นเมื่อมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของเกลือ (ปุ๋ย) ในสารละลายเท่านั้น แต่จะไม่ทราบชนิดของเกลือ(ปุ๋ย)ในสารละลายนั้น"

ปกติแล้วความเข้มข้นของสารอาหารควรอยู่ระหว่าง 1,000-1,500 ppm(หรือ กรัม/1,000 ลิตร) หรือ EC ระหว่าง 1.5-3.5 mS/cm โดย $1\text{mS/cm} = 650\text{ ppm}$ เพื่อให้เกิดแรงดันออสโมซิส (Osmotic pressure) ของกระบวนการดูดซึมธาตุอาหารของรากพืชได้สะดวก

EC ที่สูงขึ้นหมายถึง ปริมาณธาตุอาหารพืชละลายอยู่มากหรือมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น เนื่องจากพืชจะดูดกินธาตุอาหารที่มีประจุลบ (หรือแอนไอออน) มากกว่าธาตุอาหารที่มีประจุบวก (หรือแคตไอออน)

เนื่องจากค่า EC สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและผลผลิตพืช ดังนั้นการเพิ่มค่า EC จะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึง 100 % ค่าของ EC ระดับนี้เรียกว่า "ระดับความเข้มข้นของปุ๋ยน้อยที่สุดที่จะให้ผลผลิตสูงสุด" (Optimal nutrient level, n) หลังจากระดับนี้แล้วการเพิ่มธาตุอาหารหรือการเพิ่มค่า EC จะไม่มีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นหรือลดลง จนกระทั่งถึงระดับที่เรียกว่า "ระดับที่ความเข้มข้นของปุ๋ยมากที่สุดที่ให้ผลผลิตสูงสุด" (Salinity threshold value, t) แล้วผลผลิตก็จะเริ่มลดลง

ค่า EC ที่สูงเกินไปจะทำให้ผลผลิตลดลง ซึ่งค่า EC ที่เหมาะสมของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป

แม้ว่าการเพิ่มค่า EC จะเป็นการเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารรอบๆ รากพืช แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าพืชจะสามารถใช้ธาตุต่างๆ ที่ให้มากขึ้นเหล่านี้ได้หมด เพราะบางครั้งพืชอาจจะสามารถเพิ่มความสามารถในการดูดธาตุอาหารให้สูงขึ้นได้ ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ EC

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ EC มีหลายอย่าง เช่น ชนิดของพืช ระยะการเติบโต ความเข้มข้นของแสง และขนาดของถังที่บรรจุสารอาหารพืช

สภาพภูมิอากาศที่ส่งเสริมให้เกิดการคายน้ำมาก เช่น อากาศร้อนจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเร็วกว่าในสภาพอากาศชื้นหรือฝนตก ค่า EC จะแตกต่างกันไปตามความเข้มข้นของแสง เช่น ถ้าแสงแดดจ้า หรือมีความเข้มแสงมากพืชจะต้องการสารละลายที่มีความเข้มข้นน้อยลง เนื่องจากพืชจะคายน้ำมากกว่าธาตุอาหาร ในขณะที่แสงแดดน้อยหรือมีเมฆมาก พืชมีแนวโน้มที่จะดูดธาตุอาหารมากกว่าน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุม EC ของสารอาหารพืช

โดยปกติแล้วควรจะรักษา EC ของสารอาหารให้อยู่ระหว่าง 2.0-4.0 mS/cm ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แต่ช่วงที่นิยมถือปฏิบัติก็คือระหว่าง 1.5-2.5 mS/cm

ค่า EC จะแตกต่างกันไปตามระยะการเจริญเติบโตและความแข็งแรงของต้นพืช เพราะค่า EC ที่สูงจะยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช ค่า EC ที่ต่ำจะเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น ก่อนการให้ผลหรือการเจริญเติบโตทางด้านวัฒนธรรม (Vegetative growth) และสูงขึ้นเมื่อพืชให้ผลผลิต หรือการเจริญเติบโตทางการเจริญพันธุ์ (Reproductive growth)

ข้อควรระวังในการใช้เครื่องวัด EC

ก่อนใช้เครื่องวัด (EC meter) ควรปรับความเที่ยงตรงเสียก่อนโดยการปรับที่ปุ่มของเครื่องที่ใช้วัดในสารละลายมาตรฐาน)

ตารางที่ 3 การพยากรณ์ผลที่เกิดในสารละลายธาตุอาหารพืชจากการตรวจสอบ EC และ pH การดูกินธาตุอาหารพืช

การดูกินธาตุอาหารพืช	ค่า EC	ค่า pH	พยากรณ์สาเหตุที่คาดว่าเกิดขึ้น
ปกติ	ปกติ	สูงหรือต่ำอย่างผิดปกติ	สูตรสารอาหารไม่ได้สัดส่วน
ปกติ	ไม่ลดลง	สูงหรือต่ำอย่างช้าๆ	มีธาตุบางธาตุสะสมอยู่อย่างผิดปกติ
ปกติ	ปกติ	ลดลงอย่างรวดเร็ว	มีกรดอินทรีย์สะสม, รากพืชแข็งแรง
ลดลง	ลดลงอย่างช้าๆ	ลดลงอย่างช้าๆ	กรดอินทรีย์สะสมจากการเน่าของราก

ที่มา: ดิเรก ทองอร่าม (2546)

ประโยชน์ของการปลูกพืชไม่ใช้ดิน

- 1 การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสามารถใช้ปลูกพืชทั้งขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ได้ทุกสถานที่โดยไม่มีขอบเขตจำกัด เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับผู้ปลูกที่มีพื้นที่น้อย
- 2 การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบขนาดเล็กหรือชุดเล็กสามารถสร้างนันทนาการหรือปลูกเพื่อใช้เป็นอาหารบริโภคในครัวเรือนโดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุที่ไม่มีความยุ่งยากในการปลูกและดูแลรักษา
- 3 การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินโดยเฉพาะชุดเล็กทั้งยังเหมาะต่อการวิจัย ทดลอง ของนักเรียน นิสิตและผู้สนใจ
- 4 ผลผลิตที่ได้มีความสะอาดสวยงามกว่าการปลูกพืชโดยใช้ดิน ผลผลิตสวยงาม นำรับประทานและมีรสชาติดีที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงที่ปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสามารถใช้ได้กับพืชหลากหลายอย่าง และมีศักยภาพในการผลิตเชิงธุรกิจมากกว่าการปลูกพืชโดยใช้ดินธรรมดา

6 สามารถใช้ในงานภูมิทัศน์เพื่อดูแลรักษาพืชสวนประดับอาคารที่ทำการในเชิงธุรกิจ พืชสวนประดับร้านอาหาร ภัตตาคาร และสถานออกกำลังกายได้

7 ผลิตพืชที่ใช้เป็นอาหารที่ต้องใช้ระหว่างการเดินทางและอาหารที่ต้องใช้เมื่ออยู่บนดวงดาวที่เดินทางไปถึง

8 การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนอกจากจะสามารถใช้ประโยชน์ในการประกอบอาชีพ การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ การสร้างสรรค์นันทนาการภายในครอบครัว ฯลฯ

ข้อดีของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

1. สามารถปลูกพืชในบริเวณพื้นที่ที่ดินไม่ดีหรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม
2. ใช้พื้นที่ในการปลูกน้อย สามารถผลิตได้อย่างสม่ำเสมอ
3. สามารถเลือกผลิตใกล้เขต ชุมชนหรือแหล่งรับซื้อได้
4. ประหยัดเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายในการเตรียมดินและกำจัดวัชพืช
5. ใช้แรงงานอย่างมีประสิทธิภาพสูง
6. ปลูกพืชได้อย่างต่อเนื่องตลอดปีในพื้นที่เดียวกัน
7. พืชเจริญเติบโตได้เร็วและให้ผลผลิตเร็ว
8. ตัดปัญหาเกี่ยวกับศัตรูพืชที่เกิดจากดิน
9. ใช้น้ำและธาตุอาหารพืชอย่างมีประสิทธิภาพ
10. สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญของพืชได้อย่างถูกต้อง

แน่นอนและรวดเร็ว

ข้อเสียของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

1. มีต้นทุนการผลิตเริ่มต้นค่อนข้างสูง
2. ผู้ปลูกต้องมีความชำนาญและมีประสบการณ์มากพอ
3. ต้องควบคุมดูแลอย่างสม่ำเสมอ
4. ถ้าหากไม่มีความรู้และความสามารถในการจัดการที่ดีพอ อาจทำให้ปริมาณธาตุอาหารในผลผลิตพืชสูงจนเป็นอันตรายต่อการบริโภคได้
5. วัสดุปลูกบางชนิดเน่าเปื่อยหรือสลายตัวยากอาจเกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมได้หากไม่มีการควบคุมดูแลที่ดีพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขาดธาตุอาหารของพืช

สภาพการขาดธาตุอาหารของพืชอาจเกิดจากสาเหตุต่างๆ ได้แก่

1. มีปริมาณธาตุอาหารน้อย
2. รูปแบบของธาตุอาหารที่มีอยู่ไม่ใช่รูปแบบที่พืชสามารถนำไปใช้ได้
3. การมีธาตุอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งมากเกินไป มีผลทำให้พืชดูดธาตุอาหารชนิดอื่นน้อยลงเนื่องมาจากผลในลักษณะที่เป็นปฏิปักษ์ต่อการดูดธาตุอาหาร (Antagonistic effect) ทำให้พืชขาดธาตุอาหาร

ลักษณะการเคลื่อนย้ายของธาตุอาหารภายในพืช

อาการผิดปกติของพืชอันเนื่องมาจากการขาดธาตุอาหารพืช โดยดูจากลักษณะของใบสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ

1. ธาตุที่เคลื่อนย้ายได้ภายในพืชเป็นธาตุอาหารที่สะสมอยู่ที่ใบแก่ แต่สามารถเคลื่อนย้ายไปที่ใบอ่อนได้ ดังนั้นเมื่อพืชขาดแคลนจะแสดงอาการให้เห็นที่ใบแก่ มี 5 ธาตุ คือ ไนโตรเจน(N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แมกนีเซียม (Mg) และโมลิบดีนัม (Mo)
2. ธาตุอาหารที่เคลื่อนย้ายไม่ได้ภายในพืชเป็นธาตุอาหารที่สะสมในใบที่มีอายุมากและไม่สามารถเคลื่อนย้ายไปใบอ่อนได้ ดังนั้นเมื่อพืชขาดแคลนจะแสดงอาการให้เห็นที่ใบอ่อน มี 8 ธาตุ คือ แคลเซียม (Ca) กำมะถัน (S) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) โบรอน (B) และคลอรีน (Cl)

ตารางที่ 4 แสดงลักษณะอาการผิดปกติเบื้องต้นของพืชที่พบในพืชทั่วไปเมื่อได้รับธาตุอาหารในปริมาณไม่เพียงพอ

ธาตุ	ลักษณะอาการ
1.กลุ่มของธาตุที่แสดงอาการครั้งแรกที่ใบแก่ (ธาตุที่เคลื่อนที่ได้)	
ไนโตรเจน(N)	ใบแก่มีสีเหลืองปนส้ม โดยเมจากใบก่อน เมื่อขาดรุนแรงขึ้น ใบแก่จะแห้งตาย
ฟอสฟอรัส (P)	ใบล่างและลำต้น มีสีแดงอมม่วง
โพแทสเซียม (K)	ใบล่างมีสีเหลืองโดยเริ่มจากขอบใบก่อน หลังจากนั้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ลูกกลมเข้าสู่กลางใบ
แมกนีเซียม (Mg)	เนื้อเยื่อระหว่างเส้นใบของใบแก่จะมีสีเหลือง แต่เส้นใบยังเขียวปกติ (interveinal chlorosis)
โมลิบดีนัม (Mo)	ใบแก่มีสีเหลือง บางครั้งเกิดจุดสีน้ำตาลบนใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ธาตุ	ลักษณะอาการ
2. กลุ่มของธาตุที่แสดงอาการครั้งแรกที่ใบอ่อน (ธาตุที่เคลื่อนที่ไม่ได้)	
แคลเซียม (Ca)	ใบอ่อนบิดเบี้ยว ม้วนงอ ยอดหงิก ใบไม่สามารถคลี่ได้เต็มที่
กำมะถัน (S)	ใบอ่อนหรือใบบนมีสีเหลืองทั้งใบ
เหล็ก (Fe)	ใบอ่อนที่ยังโตไม่เต็มที่ที่มีสีเหลืองระหว่างเส้นใบ
แมงกานีส (Mn)	ใบอ่อนที่โตเต็มที่ที่มีสีเหลืองระหว่างเส้นใบ และมีจุดสีน้ำตาลบนใบ
สังกะสี (Zn)	ใบอ่อนเกิดแทบสีเหลืองทั้งสองข้างของเส้นกลางใบ จากปลายใบลามเข้าสู่โคนใบ เส้นกลางใบยังเขียว ใบมีขนาดเล็ก
ทองแดง (Cu)	ปลายใบอ่อนมีสีซีดหรือขาว
โบรอน (B)	ใบย่น หนาผิดปกติ และเปราะ ม้วนงอหรือขาดวิน
คลอรีน (Cl)	ปลายใบแห้ง ใบเหลือง

ที่มา: ดิเรก ทองอร่าม (2546)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ต้นพรรณไม้เนื้ออ่อนเมซอนไบยาว (*E.amazonicus*)
2. กระบะปลูกขนาด 60 × 60 cm
3. วัสดุปลูก - ทรายคัตเบอร์ 5
4. สายยาง
5. กระบอกตวง
6. EC meter
7. pH meter

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) มี 4 Treatment 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำ มีต้นไม้ 5 ต้น

โดย

Treatment 1 (T1) ปลูกในน้ำที่มี EC 1.0 mS/cm

Treatment 2 (T2) ปลูกในน้ำที่มี EC 1.5mS/cm

Treatment 3 (T3) ปลูกในน้ำที่มี EC 2.0 mS/cm

Treatment 4 (T4) ปลูกในน้ำที่มี EC 3.0 mS/cm

ให้ระดับน้ำคงที่ที่ 3 cm จากระดับผิวทราย ทำการวัดการเจริญเติบโตทุกๆ 2 สัปดาห์ หลังจากอนุบาลต้นกล้าประมาณ 4 สัปดาห์ เพื่อให้ต้นกล้าแข็งแรง สารละลายธาตุอาหารสำหรับ ปลูกพรรณไม้เนื้ออ่อน ใช้สูตรผักสลัด kmitt 2 วิธีการให้สารละลาย จะให้สารละลายทุก ๆ สัปดาห์ โดย นำสารละลายจากถัง A และ ถัง B มาอย่างละเท่ากันผสมกันก่อนใส่ลงในกระถางปลูก จนกระทั่ง ได้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในกระถางปลูกตามการทดลอง

ในการทดลอง EC ของสารละลายจะต้องรักษาให้อยู่ในระดับคงที่ เนื่องจากต้นพืชมีการ ดูดน้ำและปุ๋ยไปใช้ทำให้ EC ของสารละลายมีค่าลดลง ก่อนการปรับ EC จะต้องมีการเก็บตัวอย่าง นำปุ๋ยในกระบะเพื่อนำไปวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช และหลังจากที่ได้ค่า EC ตามต้องการแล้ว ก็เก็บ ตัวอย่างนำปุ๋ยอีกครั้งเพื่อศึกษาเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมสารละลาย

ถัง A

1. ใส่น้ำ 20 ลิตร
2. ใส่กรด HNO_3 เพื่อปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 3-6
3. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ เท่ากับ 3.767 กิโลกรัม
4. Fe – EDDHA เท่ากับ 0.188 กิโลกรัม

ถัง B

1. ใส่น้ำ 20 ลิตร
2. ใส่กรด HNO_3 เพื่อปรับ pH ไม่ให้ต่ำกว่า 6
3. KNO_3 เท่ากับ 1.796 กิโลกรัม
4. KH_2PO_4 เท่ากับ 0.653 กิโลกรัม
5. $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ เท่ากับ 1.048 กิโลกรัม
6. $\text{Zn SO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ เท่ากับ 4.756 กิโลกรัม
7. $\text{Cu SO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ เท่ากับ 1.016 กิโลกรัม
8. $\text{Mn SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ เท่ากับ 14.194 กิโลกรัม
9. H_3BO_4 เท่ากับ 8.894 กรัม
10. Ammonium molybdate เท่ากับ 0.343 กรัม

การวิเคราะห์ธาตุอาหารในน้ำตัวอย่าง

การวิเคราะห์ หาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด วิเคราะห์โดยวิธี Digestion

การวิเคราะห์ หาปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก วัดโดยวิธี Atomic absorption

การวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืช

การวิเคราะห์ หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) วิเคราะห์โดยวิธี Kjeldahl

การวิเคราะห์ หาปริมาณโพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม และเหล็ก วิเคราะห์โดยวิธี Acid mixture digestion วัดโดยวิธี Atomic absorption (Page, 1982)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกข้อมูล

1. จำนวนใบ

นับจำนวนใบเป็นจำนวนใบสะสม โดยจะนับเฉพาะใบใหม่ที่เจริญเต็มที่ (ดัง ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 แสดงการนับจำนวนของใบ

2. ความกว้างของใบ

วัดใบที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว (Developed leaf) โดยวัดส่วนที่กว้างที่สุดของใบ (ดัง

ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 แสดงการวัดความกว้างของใบ

3. ความยาวของใบ

วัดใบที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว โดยวัดจากโคนใบถึงปลายใบ (ดัง ภาพที่ 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 แสดงการวัดความยาวของใบ

4. ความสูงของต้น

วัดใบที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว โดยวัดจากโคนต้นถึงปลายใบที่ตั้งตรง (ดัง ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 แสดงการวัดความสูงของต้น

5. ผลผลิต

โดยการนับต้นอ่อนบนบร่อดอก โดยจะเก็บเฉพาะต้นที่มีรากพร้อมที่จะนำไปปลูกได้

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของงานทดลอง โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SIRICHI เวอร์

ชัน 6

สถานที่ทดลอง

โรงเรียนชั้น 5 อาคารเจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. จำนวนใบ

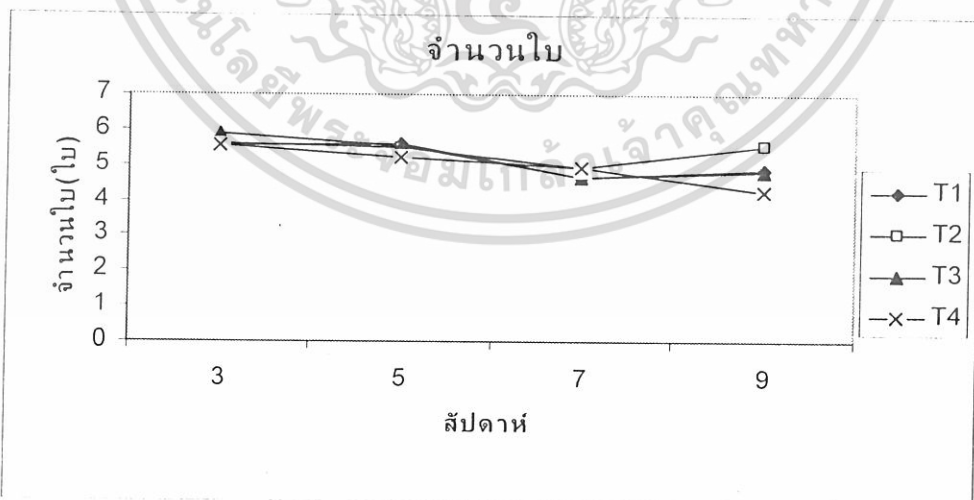
จำนวนใบใหม่ของ *E. amazonicus* ทุกการทดลองในสัปดาห์ที่ 3, 5 และ 7 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่สัปดาห์ที่ 9 จำนวนใบที่เจริญใหม่ใน T2 มีจำนวนใบที่เจริญใหม่มากที่สุดเฉลี่ย 5.53 ใบ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T4 คือมีจำนวนใบที่เจริญใหม่น้อยที่สุดเฉลี่ย 4.27 ใบ (ดังตารางที่ 5 และภาพที่ 8)

ตารางที่ 5 จำนวนใบที่เจริญใหม่ของพรรณไม้หน้าอเมซอนใบยาว (ใบ)

Treatment	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 9
T1	1*	5.53	5.60	4.67	4.87 ^{AB}
T2	1*	5.60	5.47	4.90	5.53 ^A
T3	1*	5.87	5.53	4.67	4.80 ^{AB}
T4	1*	5.53	5.20	4.93	4.27 ^B
Mean	1*	5.63	5.45	4.79	4.87
CV%	-	8.70	7.49	11.29	8.22

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรที่ต่างก็มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

* เริ่มปลูกจำนวนใบที่เจริญใหม่มี 1 ใบเท่ากันหมด



ภาพที่ 8 จำนวนใบที่เจริญใหม่ของพรรณไม้หน้าอเมซอนใบยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

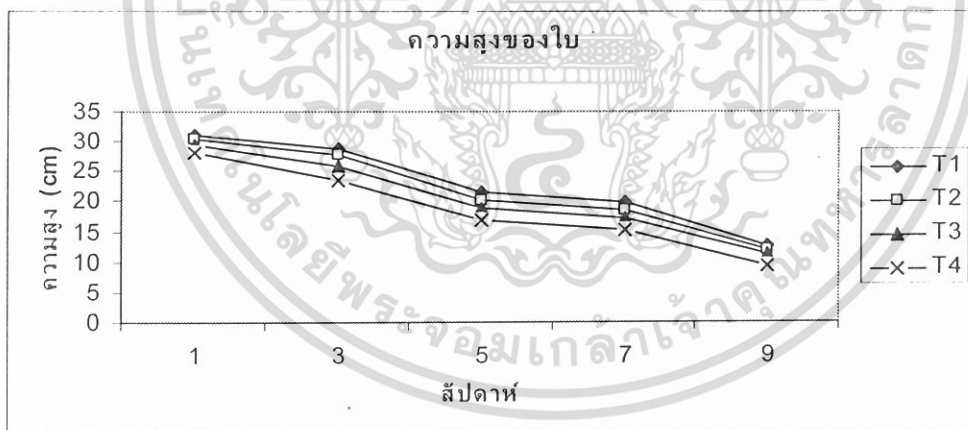
2. ความสูงใบ

การทดลองในสัปดาห์ที่ 1, 3, 5, 7 และ 9 ความสูงของใบใน T1 มีความสูงใบมากที่สุดเฉลี่ย 30.93, 28.63, 21.39, 19.65 และ 12.53 cm ตามลำดับ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับความสูงของใบใน T4 คือมีความสูงใบน้อยที่สุดเฉลี่ย 27.99, 23.51, 16.96, 15.17 และ 9.25 cm ตามลำดับ (ดังตารางที่ 6 และภาพที่ 9)

ตารางที่ 6 ความสูงของใบที่เจริญใหม่ของพรรณไม้หน้าอเมซอนใบยาว (cm.)

Treatment	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 9
T1	30.93 ^A	28.63 ^A	21.39 ^A	19.65 ^A	12.53 ^A
T2	30.43 ^A	27.81 ^{AB}	20.21 ^{AB}	18.65 ^A	11.78 ^A
T3	29.51 ^{AB}	25.77 ^B	18.73 ^{BC}	17.24 ^{AB}	11.23 ^A
T4	27.99 ^B	23.51 ^C	16.96 ^C	15.17 ^B	9.25 ^B
Mean	29.72	26.43	19.32	17.68	11.20
CV%	3.91	4.47	5.51	7.06	8.79

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %



ภาพที่ 9 ความสูงของใบที่เจริญใหม่ของพรรณไม้หน้าอเมซอนใบยาว

3. ความกว้างใบ

สัปดาห์ที่ 1 ความกว้างของใบที่เจริญใหม่ในทุกการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สัปดาห์ที่ 3 ความกว้างของใบที่เจริญใหม่ใน T2 มีความกว้างของใบมากที่สุดเฉลี่ย 4.55 cm และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับความกว้างของใบที่เจริญใหม่ใน T4 ซึ่งมีความกว้างของใบน้อยที่สุดเฉลี่ย 3.95 cm สัปดาห์ที่ 5 ความกว้างของใบที่เจริญใหม่ใน T1 มีความกว้างของใบมากที่สุดเฉลี่ย

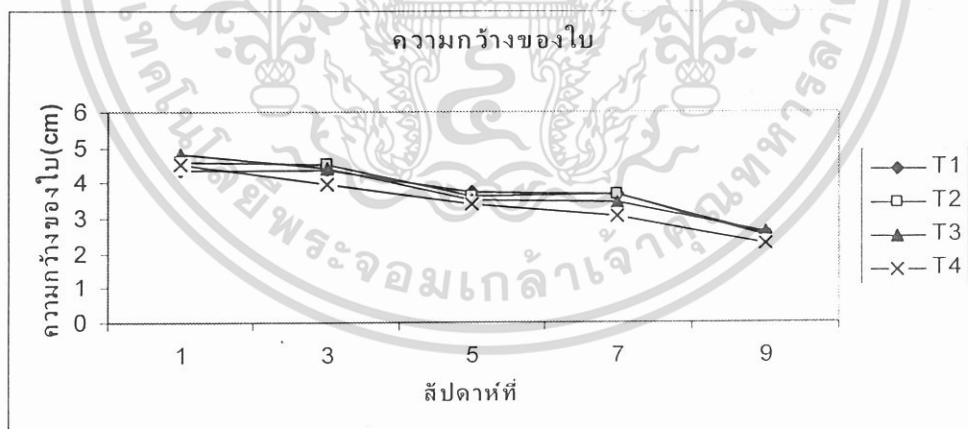
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.75 cm และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับความกว้างของใบที่เจริญใหม่ใน T4 ซึ่งมีความกว้างของใบน้อยที่สุดเฉลี่ย 3.37 cm สัปดาห์ที่ 7 ความกว้างของใบที่เจริญใหม่ใน T1 และ T2 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับความกว้างของใบที่เจริญใหม่ใน T4 ซึ่งมีความกว้างของใบน้อยที่สุดเฉลี่ย 3.08 cm และในสัปดาห์ที่ 9 ความกว้างของใบที่เจริญใหม่ใน T1, T2 และ T3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับความกว้างของใบที่เจริญใหม่ใน T4 ซึ่งมีความกว้างของใบน้อยที่สุดเฉลี่ย 2.28 cm (ดังตารางที่ 7 และภาพที่ 10X)

ตารางที่ 7 ความกว้างของใบพรรณไม้หน้าอเมซอนใบยาวที่เจริญใหม่ (cm.)

Treatment	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 9
T1	4.37	4.38 ^{AB}	3.75 ^A	3.69 ^A	2.56 ^A
T2	4.61	4.55 ^A	3.64 ^{AB}	3.66 ^A	2.51 ^A
T3	4.81	4.43 ^{AB}	3.49 ^{BC}	3.45 ^{AB}	2.61 ^A
T4	4.54	3.95 ^B	3.37 ^C	3.08 ^B	2.28 ^B
Mean	4.58	4.33	3.56	3.47	2.49
CV%	5.81	6.06	3.33	5.81	4.39

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %



ภาพที่ 10 ความกว้างของใบพรรณไม้หน้าอเมซอนใบยาวที่เจริญใหม่

4. ความยาวใบ

สัปดาห์ที่ 1 ความยาวของใบที่เจริญใหม่ในทุกการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สัปดาห์ที่ 3 และ 5 ความยาวของใบที่เจริญใหม่ใน T1 มีความยาวของใบมากที่สุดเฉลี่ย 16.13 และ 12.15 cm ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับความยาวของใบที่เจริญใหม่ใน T4 ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความยาวของใบน้อยที่สุดเฉลี่ย 14.25 และ 11.01 cm ตามลำดับ สัปดาห์ที่ 7 ความยาวของใบที่เจริญใหม่ใน T1 และ T2 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับความยาวของใบที่เจริญใหม่ใน T4 ซึ่งมีความยาวของใบน้อยที่สุดเฉลี่ย 9.43 cm และสัปดาห์ที่ 9 ความยาวของใบที่เจริญใหม่ใน T1, T2 และ T3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับความยาวของใบที่เจริญใหม่ใน T4 ซึ่งมีความยาวของใบน้อยที่สุดเฉลี่ย 6.63 cm (ดังตารางที่ 8 และภาพที่ 11)

ตารางที่ 8 ความยาวของใบของพรรณไม้เนื้ออ่อนเมซอนใบยาวที่เจริญใหม่ (cm.)

Treatment	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 9
T1	17.71	16.13 ^A	12.15 ^A	11.06 ^A	8.16 ^A
T2	17.62	15.64 ^{AB}	11.84 ^{AB}	10.91 ^A	8.09 ^A
T3	17.29	15.33 ^{AB}	11.51 ^{AB}	10.41 ^{AB}	7.74 ^A
T4	16.33	14.25 ^B	11.01 ^B	9.43 ^B	6.63 ^B
Mean	17.24	15.34	11.63	10.45	7.66
CV%	4.37	5.22	4.61	6.46	7.58

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %



ภาพที่ 11 แสดงความยาวของใบพรรณไม้เนื้ออ่อนเมซอนใบยาวที่เจริญใหม่

5. น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น

น้ำหนักสดของใบ และราก และน้ำหนักแห้งของใบ และราก ในทุกการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.25, 98.67, 3.25 และ 15.78 กรัม ตามลำดับ (ดังตารางที่ 9 และภาพที่ 12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 น้ำหนักใบและรากของพรรณไม้น้ำอเมซอนใบยาว (กรัม)

Treatment	น้ำหนักสด(กรัม)		น้ำหนักแห้ง(กรัม)	
	ใบ	ราก	ใบ	ราก
T1	24.84	100.22	4.05	15.69
T2	22.20	87.84	3.42	13.25
T3	21.79	93.66	2.87	15.70
T4	20.16	112.96	2.67	18.47
Mean	22.25	98.67	3.25	15.78
CV%	17.36	30.19	24.93	31.54

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 12 น้ำหนักสด-น้ำหนักแห้งของต้น

6. ผลผลิต (จำนวนต้นอ่อนในช่อดอก)

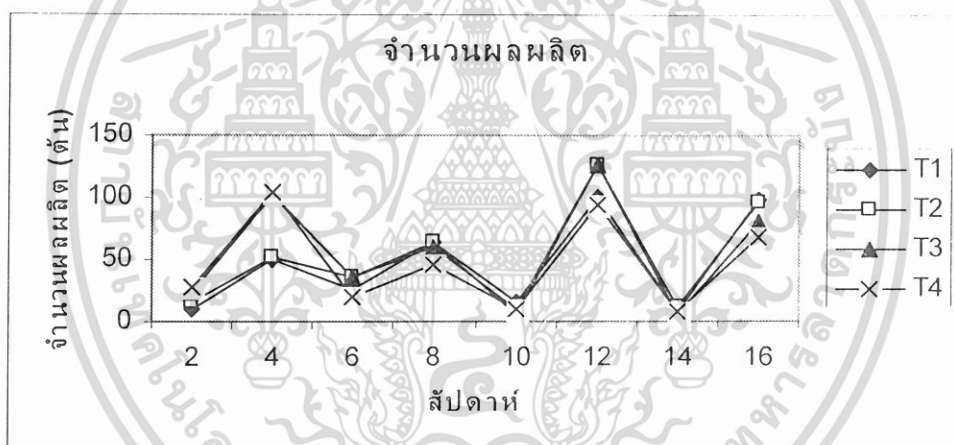
สัปดาห์ที่ 2, 4, 14 และ 16 ผลผลิตใน T1 และ T2 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิตใน T3 และ T4 สัปดาห์ที่ 6 ผลผลิตใน T2 มีผลผลิตมากที่สุดเฉลี่ย 36.67 ต้น และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิตใน T4 ซึ่งมีผลผลิตน้อยที่สุดเฉลี่ย 20.67 ต้น สัปดาห์ที่ 8 ผลผลิตในทุกๆ การทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สัปดาห์ที่ 10 ผลผลิตใน T1 มีผลผลิตมากที่สุดเฉลี่ย 15.50 ต้น และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิตใน T1, T2 และ T3 ส่วนในสัปดาห์ที่ 12 ผลผลิตใน T2 และ T3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิตใน T4 (ดังตารางที่ 10 และภาพที่ 13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ผลผลิตของพรรณไม้เนื้ออ่อนมะขอนใบยาว (ตัน)

Treatment	สัปดาห์ ที่ 2	สัปดาห์ ที่ 4	สัปดาห์ ที่ 6	สัปดาห์ ที่ 8	สัปดาห์ ที่ 10	สัปดาห์ ที่ 12	สัปดาห์ ที่ 14	สัปดาห์ ที่ 16
T1	11.00 ^B	50.00 ^B	27.00 ^{AB}	64.33	15.50 ^A	100.33 ^{AB}	7.33 ^A	98.67 ^A
T2	15.33 ^B	51.67 ^B	36.67 ^A	64.33	7.0 ^B	126.33 ^A	13.00 ^A	96.67 ^A
T3	24.67 ^A	102.67 ^A	35.33 ^{AB}	59.33	10.50 ^B	125.33 ^A	6.00 ^B	79.67 ^B
T4	28.00 ^A	104.00 ^A	20.67 ^B	45.33	9.67 ^B	93.33 ^B	8.50 ^B	68.33 ^B
Mean	19.75	77.09	29.92	58.33	42.67	111.33	8.71	85.84
CV%	22.6	25.58	26.43	27.19	21.9	13.3	21.93	8.39

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %



ภาพที่ 13 ผลผลิตของพรรณไม้เนื้ออ่อนมะขอนใบยาว

7. ปริมาณธาตุอาหารในน้ำตัวอย่างก่อนปรับปุ๋ย

ปริมาณฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมในน้ำตัวอย่างของ T1, T2 และ T3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T4 ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมมากที่สุดเฉลี่ย 9.83, 144.86 และ 58 ppm ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมในน้ำตัวอย่างของทุกการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดย T1 มีปริมาณโพแทสเซียมน้อยที่สุดเฉลี่ย 50.86 ppm ในขณะที่ T4 มีปริมาณโพแทสเซียมมากที่สุดเฉลี่ย 433.50 ppm ปริมาณเหล็กในน้ำตัวอย่างของ T1 และ T2 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T4 ซึ่งมีปริมาณเหล็กมากที่สุดเฉลี่ย 0.43 ppm (ดังตารางที่ 11 และภาพที่ 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ปริมาณธาตุอาหาร (ppm) ที่อยู่ในน้ำตัวอย่างก่อนปรับปุ๋ย

Treatment	P	K	Ca	Mg	Fe
T1	7.21 ^B	50.86 ^D	92.83 ^B	34.50 ^B	0 ^C
T2	7.87 ^B	99.00 ^C	112.57 ^B	34.57 ^B	0.04 ^C
T3	8.00 ^B	188.79 ^B	117.43 ^B	44.29 ^B	0.22 ^B
T4	9.83 ^A	433.50 ^A	144.86 ^A	58.00 ^A	0.43 ^A
Mean	8.23	193.04	116.92	42.84	0.17
CV%	15.09	15.99	18.27	21.93	31.13

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %



ภาพที่ 14 แสดงปริมาณธาตุอาหารในน้ำตัวอย่างก่อนปรับปุ๋ย

8. ปริมาณธาตุอาหารในน้ำตัวอย่างหลังปรับปุ๋ย

ปริมาณฟอสฟอรัส และเหล็กในน้ำตัวอย่างของ T1, T2 และ T3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T4 ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัส และเหล็กมากที่สุดเฉลี่ย 14.64 และ 1.17 ppm ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมในน้ำตัวอย่างของทุกการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดย T1 มีปริมาณโพแทสเซียมน้อยที่สุดเฉลี่ย 62.08 ppm ในขณะที่ T4 มีปริมาณโพแทสเซียมมากที่สุดเฉลี่ย 608.58 ppm ปริมาณแคลเซียมในน้ำตัวอย่างของทุกการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำตัวอย่างของ T1 มีปริมาณแมกนีเซียมน้อยที่สุดเฉลี่ย 52.17 ppm และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T4 ซึ่งปริมาณแมกนีเซียมมากที่สุดเฉลี่ย 77.50 ppm (ดังตารางที่ 13 และภาพที่ 15)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 ปริมาณธาตุอาหาร (ppm) ที่อยู่ในน้ำตัวอย่างหลังปรับปุ๋ย

Treatment	P	K	Ca	Mg	Fe
T1	7.94 ^B	62.08 ^D	182.67	52.17 ^C	0.15 ^F
T2	8.82 ^B	160.00 ^C	186.17	60.33 ^{BC}	0.39 ^C
T3	10.26 ^B	302.42 ^B	198.83	62.86 ^B	0.68 ^B
T4	14.64 ^A	608.58 ^A	206.71	77.50 ^A	1.17 ^A
Mean	10.41	283.27	193.6	63.21	0.59
CV%	19.98	10.55	24.46	12.59	14.23

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %



ภาพที่ 15 ปริมาณธาตุอาหารในน้ำตัวอย่างหลังปรับปุ๋ย

9. ปริมาณธาตุอาหารในพืช

ปริมาณไนโตรเจนในพืช T2 และ T3 มีปริมาณไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ T1 มีปริมาณไนโตรเจนน้อยที่สุดเฉลี่ย 1.49% และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T4 ซึ่งปริมาณไนโตรเจนมากที่สุดเฉลี่ย 3.76% ปริมาณฟอสฟอรัสในพืชของ T1 มีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.09% และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T4 ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุดเฉลี่ย 0.17% ปริมาณโพแทสเซียมในพืชของ T2, T3 และ T4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T1 ซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียมน้อยที่สุดเฉลี่ย 3.07 ppm ปริมาณแคลเซียมในพืชของ T1 มีปริมาณแคลเซียมน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.50 ppm และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T4 ซึ่งปริมาณแคลเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากที่สุดเฉลี่ย 1.89 ppm ปริมาณแมกนีเซียมในพืชของ T2 มีปริมาณแมกนีเซียมน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.22 ppm และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T4 ซึ่งปริมาณแมกนีเซียมมากที่สุดเฉลี่ย 0.47 ppm ปริมาณเหล็กในพืชของ T1, T2 และ T3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T4 ซึ่งมีปริมาณเหล็กมากที่สุดเฉลี่ย 0.06 ppm (ดังตารางที่ 13 และภาพที่ 16)

ตารางที่ 13 ปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในต้นพืชพรรณไม้หน้าเมซอนใบยาว

Treatment	%N	%P	K	Ca	Mg	Fe
T1	1.49 ^C	0.09 ^B	3.07 ^B	0.50 ^C	0.28 ^{BC}	0.03 ^B
T2	3.18 ^B	0.17 ^A	5.02 ^A	0.63 ^{BC}	0.22 ^C	0.04 ^B
T3	3.32 ^B	0.15 ^{AB}	5.12 ^A	0.85 ^B	0.33 ^B	0.04 ^B
T4	3.76 ^A	0.13 ^{AB}	6.07 ^A	1.89 ^A	0.47 ^A	0.06 ^A
Mean	2.94	0.13	4.82	0.97	0.32	0.04
CV%	6.70	27.17	18.78	15.97	17.50	30.12

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %



ภาพที่ 16 แสดงปริมาณธาตุอาหารในพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาระดับของสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้
น้ำอเมซอนใบยาว (*Echinodorus amazonicus*) จากการทดลองสรุปได้ว่า

1. พืชที่ปลูกในระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ EC= 1.5 mS/cm จะมีจำนวนใบ และ
ความกว้าง มากที่สุดเฉลี่ย 5.38 ใบ และ 3.79 cm ตามลำดับ แต่พืชที่ปลูกในระดับความเข้มข้น
ของธาตุอาหารที่ EC= 1 mS/cm จะมีความสูง และความยาวมากที่สุดเฉลี่ย 22.63 และ 3.79 cm
ตามลำดับ ในขณะที่พืชที่ปลูกในระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ EC= 3 mS/cm จะมีจำนวน
ใบ ความสูง ความกว้าง และความยาวน้อยที่สุดเฉลี่ย 4.98 ใบ 18.58, 3.44 และ 11.53 cm
ตามลำดับ

2. พืชที่ปลูกในระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ EC= 3 mS/cm จะมีน้ำหนักสดและ
น้ำหนักแห้งรากมากที่สุด แต่จะมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งใบน้อยที่สุด

3. พืชที่ปลูกในระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ EC= 2 mS/cm จะมีจำนวนผลผลิต
มากที่สุดเฉลี่ย 55.44 ต้น

4. สารละลายตัวอย่างในการทดลองที่มีการปรับระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ EC=
3 mS/cm ทั้งก่อน และหลังปรับปุ๋ยจะมีปริมาณธาตุอาหารรวมทั้งหมดมากที่สุด ในขณะที่
สารละลายตัวอย่างในการทดลองที่มีการปรับระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ EC= 1 mS/cm
ทั้งก่อน และหลังปรับปุ๋ยจะมีปริมาณธาตุอาหารรวมทั้งหมดน้อยที่สุด

5. พืชที่ปลูกในระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ EC= 3 mS/cm มีปริมาณธาตุอาหาร
รวมทั้งหมดมากที่สุดเฉลี่ย 2.06 ppm ในขณะที่พืชที่ปลูกในระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารที่
EC= 1 mS/cm มีปริมาณธาตุอาหารรวมทั้งหมดน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.91 ppm

จากการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าระดับของสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อการ
เจริญเติบโตของพรรณไม้ น้ำอเมซอนใบยาว (*Echinodorus amazonicus*) ที่เหมาะสมคือระดับ
ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ EC= 1-1.5 mS/cm การเจริญเติบโตของต้นและใบเจริญได้ดี แต่
ระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ EC= 2 mS/cm จะให้ผลผลิตที่สูงที่สุด ส่วนระดับความเข้มข้น
ของธาตุอาหารที่ EC= 3 mS/cm พืชแสดงอาการใบสีเขียวเข้ม ใบมีขนาดเล็ก การเจริญเติบโต
ลดลง ซึ่งเป็นอาการของพืชทั่วๆ ไป ที่ปลูกในที่ที่มีความเข้มข้นของสารอาหารพืชมากเกินไป (อิทธิ
สุนทร ,2535) และจะมีรากมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- วนาวรรณ จันทน์หนูหงษ์. 2539. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพรรณไม้น้ำ ปัจจัยในการดำรงชีวิตของพรรณไม้น้ำ ค่าความกระด้างของน้ำ การให้แสงสว่างในตู้พรรณไม้น้ำ. หน้า 6-18. ใน: พรรณไม้น้ำในตู้กระจก. บริษัท เจเนรัลบุ๊คส์. กรุงเทพฯ.
- กาญจนา วี พงษ์ฉวี. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำที่เหมาะสม ความกระด้างของน้ำที่เหมาะสมต่อการปลูกพรรณไม้น้ำ การขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำ การปลูกพรรณไม้น้ำในแปลงเพาะขยายพันธุ์ [www.nicaonline.com]. 27 มีนาคม 2549.
- บุญยา คงคาลิหมิน. การแบ่งประเภทพรรณไม้น้ำตามแหล่งที่อยู่อาศัย รูปแบบการเพาะขยายพรรณไม้น้ำสวยงาม ตลาดพรรณไม้น้ำ. [http://www.nicaonline.com]. 27 มีนาคม 2549.
- สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2542. Family Alismataceae . หน้า 58. ใน : พรรณไม้น้ำ ในประเทศไทย. บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง กรุงเทพฯ.
- ดิเรก ทองอร่าม. 2546. คุณสมบัติของทรายหยาบ ความหมายของคำว่า"การปลูกพืชไม่ใช้ดิน" ประโยชน์ของการปลูกพืชไม่ ใช้ดิน ข้อดีข้อเสียของการปลูกพืชไม่ใช้ดิน ความหมายและประเภทของปุ๋ย การขาดธาตุอาหารของพืช การรักษาหรือการควบคุม pH ของสารละลายธาตุอาหารพืช การควบคุมค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารพืช ทรายหยาบ. หน้า 3- 331. ใน : การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. ธรรมรักษ์การพิมพ์ ราชบุรี.
- อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2535. อิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล็อกซีเนียที่ปลูกโดยไม่ใช้ดิน. ปีที่ 10. (ฉบับที่ 4), หน้า 17.
- Rotai & Horeman. *Echinodorus amazonicus*. [http://www.fnzas.org.nz]. 27 มีนาคม 2549.