21134

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

# ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

**เรื่อง**

การศึกษาระดับของสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของ
พรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot (*Echinodorus ozelot*)
Study on Effecs of Nutrient Levels on Growth of Amazon Ozelot (*Echinodorus ozelot*)

**โดย**
นางสาววนิดา ประภาพิทยา

T099734

**เสนอ**
อาจารย์ สมเกียรติ สีสนอง
อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
พุทธศักราช 2548

ปก.
2169ก
2548

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....99734
วันเดือนปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี**
**ภาควิชาปฐพีวิยา**

**เรื่อง**

การศึกษาระดับของสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของ
พรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot (*Echinodorus ozelot*)
Study on Effecs of Nutrient Levels on Growth of Amazon Ozelot (*Echinodorus ozelot*)

**โดย**
นางสาววนิดา ประภาพิทยา

ได้พิจารณาเห็นชอบจาก

..... ( 10 พค 49 )
อาจารย์สมเกียรติ สีสนอง
อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรอง

.....
รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม
หัวหน้าภาคปฐพีวิทยา

วันที่ 15 เดือน พค พ.ศ. 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ชื่อปัญหาพิเศษ** : การศึกษาระดับธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot (*Echinodorus ozelot*)

**โดย** : นางสาววนิดา ประภาพิทยา

**ชื่อปริญญา** : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

**ภาควิชา** : ปฐพีวิทยา

**คณะ** : เทคโนโลยีการเกษตร

**อาจารย์ที่ปรึกษา** : อาจารย์สมเกียรติ สีสนอง

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาถึงการให้สารละลายธาตุอาหารพืชปริมาณเท่าใดจึงจะส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโต และผลผลิตของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot (*Echinodorus ozelot*) สูงสุด โดยการนำพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot มาปลูกในระบบ sandculture โดยให้ปุ๋ยที่ระดับ EC เท่ากับ 1.0,1.5,2.0 และ 3.0 mS/cm พบว่าที่ระดับ EC 1.5 mS/cm มีแนวโน้มการเจริญเติบโตดีที่สุด ในขณะที่ระดับ EC เท่ากับ 1.0 mS/cm และระดับ EC เท่ากับ 3.0 mS/cm มีแนวโน้มการเจริญเติบโตที่ลดลงเนื่องมาจากปริมาณธาตุอาหารไม่สมดุลกับต่อความต้องการของพืชโดยในระดับ EC เท่ากับ 1.0 mS/cm ปริมาณธาตุอาหารพืชอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการ และปริมาณธาตุอาหารมากจนอาจทำให้ธาตุอาหารบางตัวเป็นพิษต่อพืชในระดับ EC เท่ากับ 3.0 mS/cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คำนิยม

การจัดทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์สมเกียรติ สีสนอง ที่ได้กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำในการทำงาน และเสียสละเวลาในการจัดหาซื้ออุปกรณ์การปลูกตลอดจนการจัดหาพันธุ์ไม้มาให้ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณอาจารย์พรทิวา กัญยวงศ์หา คุณนุจรี บุญแปลง คุณนารี พันธุ์จินดา ที่ให้คำแนะนำในการทำงาน ตลอดจนให้ความสะดวกในการใช้เครื่องมือ และสารเคมีต่างๆ

ขอขอบคุณป้าสมจิตร ที่ดูแลและอำนวยความสะดวกในการเบิกอุปกรณ์ในการทำการทดลอง

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ช่วยทำการทดลองจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณบิดา มารดาที่ให้การสนับสนุนการศึกษา และให้กำลังใจในการทำงาน มาโดยตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| สารบัญ | (1) |
| สารบัญตาราง | (2) |
| สารบัญภาพ | (3) |
| คำนำ | 1 |
| ตรวจเอกสาร | 2 |
| อุปกรณ์และวิธีการทดลอง | 16 |
| ผลการทดลอง | 20 |
| สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง | 31 |
| เอกสารอ้างอิง | 32 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | จำนวนใบที่เจริญใหม่ของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot | 20 |
| 2 | ความสูงของใบที่เจริญใหม่ของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot | 21 |
| 3 | ความกว้างของใบพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot ที่เจริญใหม่ | 22 |
| 4 | ความยาวของใบพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot ที่เจริญใหม่ | 23 |
| 5 | น้ำหนักใบและรากของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot | 24 |
| 6 | ผลผลิตของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot | 25 |
| 7 | ปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในน้ำตัวอย่างก่อนปรับปุ๋ย | 27 |
| 8 | ปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในน้ำตัวอย่างหลังปรับปุ๋ย | 28 |
| 9 | ปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในต้นพืชพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot | 30 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | พรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot *(Echinodorus ozelot)* | 3 |
| 2 | แสดงการนับจำนวนของใบ | 18 |
| 3 | แสดงการวัดความกว้างของใบ | 18 |
| 4 | แสดงการวัดความยาวของใบ | 19 |
| 5 | แสดงการวัดความสูงของต้น | 19 |
| 6 | จำนวนใบที่เจริญใหม่ของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot | 20 |
| 7 | ความสูงของใบพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot ที่เจริญใหม่ | 21 |
| 8 | ความกว้างของใบพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot ที่เจริญใหม่ | 22 |
| 9 | ความยาวของใบพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot ที่เจริญใหม่ | 23 |
| 10 | น้ำหนักสด-น้ำหนักแห้งของต้นพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot | 24 |
| 11 | ผลผลิตของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot | 26 |
| 12 | ปริมาณธาตุอาหารในน้ำตัวอย่างก่อนปรับปุ๋ย | 29 |
| 13 | ปริมาณธาตุอาหารในน้ำตัวอย่างหลังปรับปุ๋ย | 30 |
| 14 | ปริมาณธาตุอาหารในพืช | 31 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# การศึกษาระดับของสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot (*Echinodorus ozelot*)

# Study on Effecs of Nutrient Levels on Growth of Amazon Ozelot (*Echinodorus ozelot*)

## คำนำ

เนื่องจากปัจจุบันนี้ได้มีการนำพรรณไม้น้ำชนิดต่างๆ มาใช้ประดับตกแต่งตู้ปลา เพราะนอกจากจะทำให้ตู้ปลาดูสวยงามยิ่งขึ้นแล้ว ยังมีประโยชน์ในการสังเคราะห์แสงให้ออกซิเจนแก่ปลา ช่วยกำจัดของเสียและขี้ปลาด้วย เพราะว่าพรรณไม้น้ำจะดูดไปเป็นปุ๋ย ทำให้เกิดความสมดุลด้านนิเวศวิทยา

ดังนั้นพรรณไม้น้ำจึงเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งใน และต่างประเทศ ในประเทศไทยมีการผลิตพรรณไม้น้ำขายทั้งในประเทศ และต่างประเทศ แต่อัตราการผลิตยังไม่เพียงพอต่อการตลาด อาจเนื่องมาจากยังมีข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตพรรณไม้น้ำไม่มากนัก ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงอาจจะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำ ที่จะนำไปประยุกต์ใช้เพื่อให้ได้ผลผลิตดีขึ้น และเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ต้องการใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้น ในการศึกษาวิจัยต่อไป

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อทราบปริมาณสารละลายธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมต่ออัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot
2. นำไปประยุกต์ใช้เพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot เพื่อเป็นการค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ตรวจเอกสาร

***Echinodorus ozelot***

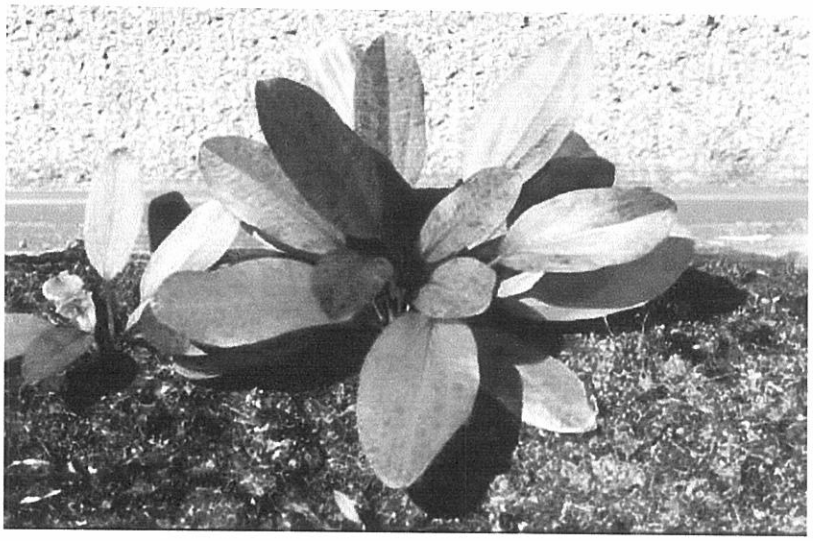
พรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot (*Echinodorus ozelot*) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Echinodorus ozelot* เป็นพรรณไม้น้ำที่จัดอยู่ในวงศ์นางกวัก (Alismataceae) มีความสูงประมาณ 20-40 เซนติเมตร มีความกว้างประมาณ 25-40 เซนติเมตร ในการดำรงชีวิตของพรรณไม้น้ำจะใช้ความเข้มแสงในระดับปกติ-สูง ระดับ pH ที่เหมาะสมคือที่ระดับ pH ที่เป็นกลาง-ระดับ pH ที่เป็นกรด อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 20 – 26 °C การดูแลรักษาง่าย

*Echinodorus ozelot* ถูกคิดค้นผสมพันธุ์ระหว่าง *Echinodorus Schlueteri* "Leopard" และ *Echinodorus barthii* ในเยอรมนีตะวันออก E.ozelot เป็นพรรณไม้น้ำที่มีความสวยงาม ใบมีสีน้ำตาลปนแดง รูปไข่เป็นจุดด่างสีดำ ก้านใบสั้นลักษณะของจุดจะต่างจากจุดด่างที่พบในใบพืชทั่วไป โดยเป็นจดรวมแสงที่มีความหนาแน่นที่สุด ใบอ่อนจะมีสีแดงปนดำ มีความทนทานต่อสภาพที่ไม่เหมาะสม ถ้าเจริญอยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสม การเจริญเติบโตจะช้า รูปร่างแคระแกร็นจัดเป็นพรรณไม้น้ำยอดนิยมที่ใช้ประดับตู้ปลาตู้ ใช้ตกแต่งสวนหรือตกแต่งสวนสระน้ำสามารถเจริญเติบโตได้ทั้งบนบกและใต้น้ำ เป็นพืชมีดอก ใบเลี้ยงเดี่ยว ต้นเป็นเหง้าฝังอยู่พื้นน้ำที่เป็นทรายหรือดินปนทราย รากจะชอนไชไปตามพื้นทราย บริเวณริมขอบสระน้ำตื้น ๆ คุณลักษณะที่โดดเด่นของอเมซอนคือ ใบที่หนาและแข็งแรง เจริญอยู่ใต้น้ำเป็นเวลานานเมื่ออยู่ใต้น้ำ ดูแลรักษาง่าย ไม่ต้องตัดตกแต่งบ่อย (วันเพ็ญ, 2543) แต่จะไม่เกิดดอกเมื่ออยู่ใต้น้ำ นอกจากนี้ยังสามารถปล่อยปลาลงเลี้ยงร่วมกันได้หลากหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาที่มีนิสัยกัดกินพรรณไม้น้ำ หรือปลาที่มีนิสัยก้าวร้าว เช่น ปลาหมอสี ปลาเทวดา และปลาปอมปาดัวร์ สามารถใช้ *E.ozelot* ประดับตู้ปลาเหล่านี้ได้ เนื่องจากมีลำต้น ก้านใบที่หนาแข็งแรง และมีประโยชน์ต่อการเพาะพันธุ์ปลา โดยปลาสามารถวางไข่ติดกับใบของอเมซอนได้เป็นอย่างดี

ใบเดี่ยว มีก้านใบ (petiole) และแผ่นใบ (blade) ชัดเจน ใบแตกจากเหง้าเป็นกอเหนือดินหรือใต้น้ำ ใบชุดแรกอาจจะมีลักษณะต่างจากใบแท้ที่เกิดทีหลัง ดอกเป็นดอกลักษณะแข็งแรง เจริญจากเหง้าพุ่งขึ้นเหนือกอต้น เรียกก้านช่อดอกแบบนี้ว่า scape ดอกย่อยติดกับก้านเป็นระยะ ลักษณะดอกได้สัดส่วนกัน (actinomorphic, regular flower) ส่วนของดอกประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 3 กลีบ กลีบดอก 3 กลีบไม่ติดกัน ชั้นเกสรเพศผู้ (androecium) มีเกสรตัวผู้ 3-9 อัน หรือมากกว่านี้ ชั้นเกสรเพศเมีย (gynoecium) มีรังไข่อยู่เหนือส่วนของดอก ผล ผลกลุ่ม (aggregate fruit) ลักษณะเป็นรูปกลมใหญ่ ประกอบด้วยผลย่อยเล็กๆ จำนวนมากที่อยู่ติดกันแน่น ทำให้มองดูเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลเดี่ยว ผลย่อย เป็นแบบผลที่มีเมล็ดเพียงหนึ่งเมล็ด มีเปลือก (pericarp) หุ้มไว้หลวมเรียกผลชนิดนี้ว่า achene เมล็ดมีขนาดเล็ก



ภาพที่ 1 พรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot (*Echinodorus ozelot*)

**การเพาะขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำ**

ความเหมาะสมสำหรับการแพร่ขยายพันธุ์ของพรรณไม้น้ำ ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำ เพื่อผลิตพรรณไม้น้ำจำหน่ายในประเทศ และส่งไปจำหน่ายต่างประเทศ การผลิตพรรณไม้น้ำนั้นมีทั้งแบบดั้งเดิม คือการปลูกในที่โล่ง และแบบพัฒนาในโรงเรือนปิด มีการนำเทคโนโลยีการขยายพันธุ์ของพืชบกมาใช้เช่นวิธีการปลูกแบบไร้ดิน และเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพปราศจากโรค และได้ปริมาณมากในเวลาที่รวดเร็ว การเพาะขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำสามารถทำได้โดยใช้ส่วนต่างๆ ของต้นพืชได้ดังนี้

1. การขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยการใช้เมล็ด เช่น แอมมาเนีย และอเมซอน
2. การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

2.1 ขยายโดยการเกิดสปอร์ เช่น รากดำใบยาว

2.2 ขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนต่างๆ ของต้นพืช ได้แก่ ลำต้น โดยการตัดยอดจากต้นแม่ ให้มีขนาดจำนวนข้อไม่น้อยกว่า 2-3 ข้อ นำไปปลูกบนแปลงดินหรือพื้นกรวดขนาดเล็ก เช่น แอมมาเนีย หลิวน้ำ สาหร่ายหางกระรอก หน่อ ไหล เหง้า โดยการแยกต้นอ่อนที่เกิดขึ้นจากหน่อไหล เหง้า ไปปลูกบนพื้นดินหรือพื้นกรวด เช่น อนูเบียส เทป บัวชนิดต่างๆ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ใช้ชิ้นส่วนของต้นพืช เช่น ยอดใบ ราก เลี้ยงในอาหารวิทยาศาสตร์ ในสภาพปลอดเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งใช้ได้กับพรรณไม้น้ำเกือบทุกชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การปลูกพรรณไม้น้ำ**

พรรณไม้น้ำสามารถจำหน่ายทั้งในประเทศและส่งออกขายยังต่างประเทศ ซึ่งจะช่วยลดการขาดดุลการค้ากับต่างประเทศ และน่าจะเป็นอาชีพที่ช่วยฟื้นฟูเศรษฐกิจของประเทศได้อีกทางหนึ่ง โดยวิธีการปลูกพรรณไม้น้ำนั้น ปัจจุบันสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกันได้แก่

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

การปลูกพรรณไม้น้ำแบบไร้ดิน ได้แก่การปลูกในกระถางคล้ายตะกร้าพลาสติกขนาดเล็ก โดยใช้วัสดุปลูกเป็นแร่ใยหิน (rock wool) ซึ่งมีคุณสมบัติอมน้ำ นุ่มไม่เปื่อยง่าย ไม่เกาะกันเป็นก้อน พรรณไม้น้ำที่ปลูกในกระถางจะแช่ไว้ในบ่อหรือกระบะที่มีน้ำ มีการให้สารละลายธาตุอาหารพืชโดยเติมลงไปกับน้ำ

การปลูกพรรณไม้น้ำแบบใต้น้ำในบ่อดิน วิธีนี้จะใช้ในการเพาะขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำจำพวก สาหร่าย เช่น การปลูกสาหร่ายฉัตร สาหร่ายหางกระรอก และสาหร่ายเดนซ่า โดยการตัดลำต้นมาปักชำในวัสดุปลูกที่เป็นดิน แล้วจึงเด็ดยอดไปจำหน่าย หรือการปลูกต้นเทป ในบ่อน้ำที่มีกรวดเป็นวัสดุปลูก เทปจะขยายออกทางด้านข้างแตกออกเป็นไหลเกิดต้นใหม่การปลูกพรรณไม้น้ำแบบพัฒนา ส่วนใหญ่เพาะเลี้ยงกันในโรงเรือน (green house) ซึ่งควบคุม ความชื้น แสงสว่าง และปุ๋ยได้โดยอัตโนมัติ สามารถป้องกันแมลงศัตรูพืชได้ ระบบการปลูกมักจะใช้วิธีการปลูกแบบไร้ดินในกระถางขนาดเล็กคล้ายตะกร้า ใช้ Rock wool เป็นวัสดุปลูก พันธุ์ไม้ส่วนใหญ่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เนื่องจากสะดวกต่อการทำงาน สามารถกำหนดปริมาณได้แน่นอน และมีความสะอาด

การปลูกพรรณไม้น้ำแบบไร้ดินนั้นจะต้องมีการให้สารละลายธาตุอาหารพืช โดยจะคล้ายคลึงกับเทคโนโลยีการปลูกพืชไร้ดิน เพราะการปลูกพืชไร้ดินนั้นรากพืชจะแช่อยู่ในน้ำและสารละลายธาตุอาหารพืชเช่นเดียวกัน จึงสามารถข้อมูลที่ได้จากการศึกษาการปลูกพืชไร้ดินมาใช้เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำได้(กาญจนรี,2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์**

สำหรับประเทศไทยเพิ่งมีการปลูกพืชด้วยวิธีนี้เป็นเชิงพาณิชย์มาไม่นานและยังไม่แพร่หลายมาก แต่ในระดับงานวิจัยได้มีการศึกษาค้นคว้ากันมากว่า 30 ปีแล้ว โดยการวิจัยเริ่มแรกทำการทดสอบกับพืชผักหลายชนิดที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่าเทคนิคปลูกในสารละลายแบบน้ำลึก (liquid culture, deep water) ประสบความสำเร็จน่าพอใจ แต่ระบบให้น้ำไหลผ่านรากพืชเป็นชั้นบางๆ (nutrient film technique , NFT) ในขณะนั้นยังต้องมีการปรับปรุงและพัฒนา

ในระยะ 10 ปีนี้มีการวิจัยในหลายสถาบัน เช่น ระหว่างปี 2530-2535 ได้มีการศึกษาเพื่อพัฒนาการปลูกพืชไม่ใช้ดิน ณ พระราชวังสวนจิตรลดา เพื่อจะได้นำเทคนิคนี้ไปใช้ในการปลูกพืชในพื้นที่ที่ดินมีปัญหาในการเพาะปลูก การปลูกพืชใช้ระบบวัสดุปลูกรดด้วยน้ำสารละลายธาตุอาหาร โดยใช้กระบะบรรจุสารละลายธาตุอาหารเป็นแปลงปลูก พบว่าสามารถปลูกพืชได้หลายชนิด เช่น พืชผัก ได้แก่ คะน้า กวางตุ้ง กะหล่ำดอก ผักกาดหัว ผักกาดขาว ผักบุ้งจีน ผักกาดหอม คื่นฉ่าย ผักชี หอมแบ่ง มะเขือ มะเขือเทศ แตงเทศ ไม้ดอก ได้แก่ ดาวเรือง บานชื่น พิทูเนีย กุหลาบ และไม้ประดับ เช่น โกสน หมากผู้หมากเมีย สาวน้อยประแป้ง ไผ่ฟิลิปปินส์ ซึ่งผลจากการวิจัยได้มีผู้สนใจนำไปปรับใช้ในการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์เป็นการค้าจนถึงปัจจุบัน ด้านกองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร ก็ได้มีการทดลองปลูกพืชผักหลายชนิด เช่น ผักกวางตุ้ง ผักกาดขาว ผักกาดขาวปลี ผักกาดฮ่องเต้ และผักกาดหัว โดยใช้สารเคมีสูตร Hoagland แต่เติมโซเดียม และใช้เหล็ก EDTA เป็นสารให้ธาตุเหล็ก ทำการปลูกในถังพลาสติกหุ้มด้วยกระดาษเพื่อลดอุณหภูมิ และใช้แผ่นโฟมรองด้วยผ้าพลาสติกกันน้ำออก มีการให้ก๊าซออกซิเจนด้วยปั๊มอากาศ และหมั่นดูแลไม่ให้น้ำยาแห้ง พบว่าเป็นวิธีที่ได้ผลดีพอสมควร

สถาบันที่มีการวิจัยการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโปนิกส์อย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2526 คือสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จนถึงปัจจุบันได้มีการพัฒนาถึงขั้นจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้คำนวณปริมาณธาตุอาหารในการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช และดัดแปลงระบบที่ใช้อยู่เป็นระบบขนาดเล็กเพื่อปลูกพืชผักสวนครัวหรือไม้ดอกไม้ประดับเป็นงานอดิเรกอีกด้วย (อิทธิสุนทร, 2542;ธรรมศักดิ์และจตุรงค์,2544)

เมื่อมีการตื่นตัวเรื่องการผลิตผักปลอดภัยจากสารพิษบริษัทเจริญโภคพันธุ์ก็ได้ทำการ ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตผักปลอดภัยจากสารพิษด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ โดยใช้เทคนิคนี้ควบคู่กับระบบโรงเรือน แต่ในที่สุดก็ไม่ได้นำเทคโนโลยีนี้มาใช้ เอกชนอีกรายที่ทำการศึกษาวิจัยเพื่อหาเทคนิคการปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย เนื่องจากเล็งเห็นว่าจะเป็นวิธีการปลูกพืชที่จำเป็นในอนาคต คือบริษัท ที เอ บี วิจัยและพัฒนา จำกัด ดำเนินการที่อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม โดยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันเกษตรยุคใหม่ได้หันมานิยมปลูกพืชไม่ใช้ดินแทนพืชที่ใช้ดินกันจำนวนมาก นับได้ว่าเป็นพืชเศรษฐกิจอีกตัวหนึ่งที่น่าจะได้รับการส่งเสริมอย่างจริงจังเพราะสามารถทำรายได้ให้แก่เกษตรกรเพิ่มขึ้น หลายท่านอาจจะสงสัยว่าพืชไม่ใช้ดินเป็นพืชชนิดใด พืชไม่ใช้ดินจะใช้แหล่อาหารจากที่ใด กระบวนการให้อาหารแก่พืชไม่ใช้ดินเป็นอย่างไร และ ข้อควรระมัดระวังในการให้อาหารแก่พืชไม่ใช้ดินมีอะไรบ้าง สิ่งแรกต้องทำความเข้าใจ การที่พืชจะเจริญเติบโตได้ดีนั้นพืชต้องใช้อาหาร อาหารจะถูกดูดซึมทางราก ผ่านรากหรือใบเมื่อมีการให้ปุ๋ยทางใบ ตามปรกติพืชจะดูดอาหารในดินซึ่งละลายปนอยู่ผ่านรากขึ้นไปที่ใบเพื่อปรุงอาหารแล้วส่งกลับไปใช้ในการเจริญเติบโตผ่านกระบวนการต่าง ๆ ที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ จากหลักการที่พืชจะดูดสารอาหารไปใช้จึงเป็นที่มาของการปลูกพืชไม่ใช้ดินในอดีตนั้นเมื่อร้อยกว่าปีมาแล้วผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่ดินไม่ดีสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวย และมีสภาพแวดล้อมที่ไม่ดีด้วย ก็ต้องหาวิธีที่จะให้มีอาหารไว้รับประทานหรือการที่ต้องไปสู้รบในแดนทุรกันดารจะทำอย่างไรจึงจะอยู่ได้ในสภาวะแบบนั้น จึงเป็นที่มาของการปลูกพืชไม่ใช้ดิน พืชได้อาหารจากปุ๋ย ปุ๋ยก็มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน เช่น ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยอนินทรีย์ อะไรต่าง ๆ เหล่านี้พืชจะได้ปุ๋ยอย่างไรจะได้เมื่อปุ๋ยคายน้ำพืชก็จะดูดกินเนื้อปุ๋ยไปใช้ในการเจริญเติบโตตามหลักการ ดังนั้นพืชจะไม่ใช้ดิน พืชอาศัยดินเพียงค้ำจุนรากให้ต้นตั้งอยู่ได้เพื่อที่จะดูดกินธาตุอาหารที่อยู่รอบๆดินหรือที่ละลายปนอยู่ในดิน

[http://www.stou.ac.th/Thai/Offices/Oce/Knowledge/2-45/page3-2.html]

การปลูกพืชไม่ใช้ดินอาจแบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ การปลูกพืชโดยให้ส่วนของรากแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง หรือปลูกบนวัสดุอื่นที่ไม่ใช่ดินและรดด้วยสารละลายธาตุอาหารหรือน้ำปุ๋ย วัสดุที่ใช้ปลูกพืชอาจจะเป็นสารอนินทรีย์ เช่น กรวด ทราย หิน ที่ได้จากธรรมชาติหรือที่มนุษย์ทำขึ้นมา เช่น เพอร์ไลท์ (perlite) เวอร์มิคิวไลท์ (vermiculite) ร็อกวูล (rockwool) หรือสารอินทรีย์ เช่น พีท (peat) มอส (moss) ขี้เลื่อย เปลือกไม้ เปลือกมะพร้าวสับ ขุยมะพร้าว แกลบสดและถ่านแกลบ เป็นต้น

วัสดุปลูก (Growing media) วัสดุที่ใช้ในการเจริญเติบโตที่จะต้องเกี่ยวข้องกับการให้ประโยชน์ในการให้ออกซิเจน ธาตุอาหารจะช่วยในการส่งเสริมให้รากพืชเจริญเติบโต ตลอดจนเป็นที่เกาะยึดค้ำยันต้นพืช ลักษณะของวัสดุปลูกที่ดี ภาพรวมในการใช้วัสดุปลูกโดยทั่วไปแล้วต้องคำนึงถึงคือ มีหน้าที่คุณสมบัติและสถานะที่ดี

หน้าที่ของวัสดุปลูกที่สำคัญมี 4 อย่างคือ

1. เป็นที่เกาะยึด ค้ำยันต้นพืช
2. เป็นแหล่งสะสมน้ำให้แก่พืช
3. เป็นที่ให้อากาศแก่พืช
4. เป็นที่สะสมอาหารให้แก่พืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**สมบัติที่สำคัญของวัสดุปลูก**

1. สมบัติทางกายภาพ เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการกระจายตัวของส่วนที่เป็นของแข็ง น้ำและอากาศในวัสดุปลูกซึ่งใช้ในการกำหนดการจัดการน้ำให้แก่พืช เช่นความพรุน ความสามารถในการอุ้มน้ำและอากาศ

2. สมบัติทางเคมี เช่นความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความจุในการแลกเป็นไอออนบวกซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นความสามารถของวัสดุปลูกที่จะดูดซับแร่ธาตุที่จำเป็นสำหรับพืช ความสามารถในการตรึงฟอสฟอรัส และศักยภาพของแร่ธาตุอาหารพืช

3. สมบัติในทางชีวภาพ เช่น อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนของอินทรียวัตถุ อัตราที่การสลายตัวไม่มีผลต่อการขาดไนโตรเจนในวัสดุปลูกและสารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์หรือโทษต่อพืชที่ปลูก

**ทรายหยาบ**

ทรายหยาบมีแหล่งกำเนิดจากชายทะเลหรือแม่น้ำ มีสมบัติในการอุ้มน้ำค่อนข้างดี ไม่มีการแลกเปลี่ยนประจุ ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 1.5-1.8 เส้นผ่าศูนย์กลางที่ใช้ 0.5-2 มม.ความพรุนต่ำ ความคงทนของโครงสร้างดี ใช้เป็นวัสดุเพาะชำ วัสดุปลูก และวัสดุปรับปรุงดิน มีอายุการใช้งานหลายปี ราคาถูกถ้าอยู่ใกล้แหล่งผลิต

ข้อดี

ความสามารถอุ้มน้ำดีกว่ากรวด เป็นสารเฉื่อยไม่ทำปฏิกิริยาเคมีมีอายุการใช้งานนานและเป็นวัสดุที่ผ่านขบวนการโดยใช้ความร้อน

ข้อเสีย

จะมีการอัดตัวแน่น อาจมีปัญหาการระบายน้ำและอากาศ มีน้ำหนักมากและมีความพรุนต่ำ(อิทธิสุนทร,2542)

**ข้อดีและข้อเสียของการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์**

การปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโปนิกส์เป็นการปลูกพืชโดยใช้หลักวิชาการแบบวิทยาศาสตร์สมัยใหม่โดยการเลียนแบบการปลูกพืชบนดิน แต่ไม่นำดินมาใช้เป็นวัสดุปลูก พืชสามารถเจริญเติบโตได้โดยอาศัยธาตุอาหารต่างๆ ที่ละลายลงในน้ำเพื่อทดแทนธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน ซึ่งวิธีการนี้มีข้อดีหลายประการ เช่น

1. สามารถปลูกพืชได้ต่อเนื่องตลอดปี เมื่อเก็บผลผลิตผักแล้วสามารถปลูกพืชผักรุ่นต่อไปได้ทันที เนื่องจากไม่ได้ปลูกพืชลงดินจึงไม่ต้องทิ้งระยะเวลาเพื่อทำการพักดิน ตากดิน กำจัดวัชพืช และเตรียมแปลงปลูกใหม่ การปลูกพืชในดินต่อเนื่องเป็นเวลานานยังทำให้เกิดปัญหาดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสื่อมสภาพ แต่การปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์สามารถปลูกพืชต่อเนื่องได้โดยไม่ต้องกลัวปัญหานี้ เนื่องจากแหล่งอาหารของพืชไม่ได้มาจากดิน แต่มาจากธาตุอาหารต่างๆ ที่ให้ทางสารละลายธาตุอาหาร นอกจากนั้นการปลูกพืชด้วยเทคนิคนี้ไม่ขึ้นกับฤดูกาล เพราะมีการควบคุมสภาพแวดล้อม จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปลูกได้ต่อเนื่องตลอดปี

2. สามารถปลูกพืชได้แม้ในที่ที่ไม่มีพื้นที่สำหรับปลูกพืช การอาศัยอยู่ในชุมชนเมืองซึ่งที่ดินมีราคาแพง ผู้อยู่อาศัยในที่ที่มีพื้นที่จำกัด เช่น ตึกแถว ทาวน์เฮาส์ อาคารชุด และหอพัก ไม่มีพื้นที่สำหรับปลูกพืช สามารถปลูกพืชผักสวนครัว สมุนไพร หรือไม้ดอกไม้ประดับ ได้โดยใช้ระบบไฮโดรโปนิกส์ขนาดเล็กวางบริเวณพื้นที่ว่างที่มีอยู่เล็กน้อย เช่น ริมหน้าต่าง ทางเดิน ดาดฟ้า พื้นที่เล็กๆ หลังบ้าน

3. สามารถปลูกพืชในที่ที่ดินไม่เหมาะสม ในบางพื้นที่มีพื้นที่อยู่มากมาย แต่ใช้ทำการเพาะปลูกพืชไม่ได้ เนื่องจากดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ดินทะเลทราย พื้นที่ที่เป็นหิน พื้นที่ภูเขา ดินเค็ม ดินกรด ดินด่าง พื้นที่อยู่ในเขตแห้งแล้ง หรือขาดแคลนน้ำชลประทาน การแก้ปัญหาเหล่านี้ทำได้ยาก ต้องใช้เวลานาน และใช้งบประมาณมาก สามารถใช้พื้นที่ที่มีอยู่ปลูกพืชได้ด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ เพราะนอกจากไม่ต้องใช้ดินเป็นแหล่งอาหารสำหรับพืชแล้ว ยังเป็นวิธีที่ใช้น้ำน้อยและใช้อย่างมีประสิทธิภาพ พืชไม่มีปัญหาขาดน้ำ ไม่มีการสูญเสียน้ำจากการซึมลึก การไหลทิ้ง หรือการแย่งน้ำจากวัชพืช ไม่มีปัญหาการให้น้ำมากเกินไป

4. พืชเจริญเติบโตได้เร็วและให้ผลผลิตสูง การปลูกพืชด้วยวิธีดั้งเดิม ไม่สามารถกำหนดปริมาณธาตุอาหารให้พอดีกับความต้องการของพืชได้ นอกจากนั้นยังมีการสูญเสียธาตุอาหารจากกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในดินและในอากาศ ตลอดจนการแย่งธาตุอาหารจากวัชพืช แต่การปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ สามารถควบคุมปริมาณสารอาหารได้ดีกว่าการปลูกในดิน สามารถกำหนดปริมาณธาตุอาหารให้ตรงกับความต้องการของพืช พืชได้รับสารอาหารในรูปอนินทรีย์โดยตรง ทำให้การใช้ปุ๋ยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังไม่มีปัญหาการแย่งธาตุอาหารโดยวัชพืช จึงทำให้พืชเจริญเติบโตเร็วและได้ผลผลิตสูง ในอีกแง่หนึ่ง ถ้าคำนึงถึงผลผลิตต่อปี ผลผลิตจากการผลิตด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ก็จะสูงกว่าการปลูกด้วยวิธีดั้งเดิม เนื่องจากการเก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้นและปลูกต่อเนื่องได้ตลอดปีไม่ขึ้นกับฤดูกาล ทำให้สามารถปลูกพืชได้มากครั้งกว่าในเวลาเท่ากัน

5. ผลผลิตมีความสม่ำเสมอ สะอาดและคุณภาพดี เนื่องจากมีการควบคุมปริมาณธาตุอาหารตามที่พืชต้องการตลอดจนควบคุมปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมได้ทั่วถึง ทำให้ได้ผลผลิตที่มีความสม่ำเสมอ มีรูปร่าง สี ขนาด ใกล้เคียงกัน ผลผลิตไม่ได้สัมผัสกับดิน จึงสะอาดและดูน่ารับประทาน การปลูกพืชวิธีนี้จึงเป็นวิธีที่เหมาะที่จะผลิตพืชผักที่ต้องการผลผลิตที่มีคุณภาพและความสม่ำเสมอ เช่น ผักส่งออก ผักทดแทนการนำเข้า และผักส่งขายในซุปเปอร์มาร์เก็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ใช้แรงงานน้อยลง การปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์จะใช้แรงงานน้อยกว่าการปลูกพืชด้วยวิธีดั้งเดิม เนื่องมาจากไม่ต้องมีการเตรียมดิน ไม่ต้องทำการเขตกรรม เช่น ให้น้ำ ใส่ปุ๋ย กำจัดวัชพืช มีศัตรูพืชน้อยกว่า จึงใช้แรงงานในการกำจัดน้อยกว่า การเพาะเมล็ด การย้ายปลูก การเตรียมแปลงปลูก และการเก็บเกี่ยว ทำได้ง่ายกว่า จึงใช้แรงงานน้อยกว่า

7. ลดการใช้สารเคมี เนื่องจากมีการควบคุมสภาพแวดล้อม ควบคุมศัตรูพืชได้ง่าย เพราะการไม่ใช้ดินในการปลูกพืช ทำให้ไม่มีปัญหาโรคแมลงที่อยู่ในดินตลอดจนไม่มีปัญหาวัชพืช ส่วนโรคแมลงที่ระบาดทางอากาศก็สามารถลดการใช้สารเคมีได้โดยการใช้โรงเรือนตาข่าย

8. ปลูกพืชได้ทุกฤดูกาลและทุกสภาพอากาศ เนื่องจากมีการควบคุมปริมาณธาตุอาหารให้พอดีกับความต้องการของพืชและมีการควบคุมสภาพแวดล้อมอื่นๆ ให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช การที่สามารถปลูกพืชได้ตลอดไม่ขึ้นกับฤดูกาล ทำให้สามารถควบคุมราคาได้โดยไม่ขึ้นลงตามฤดูกาลอย่างไรก็ตามการปลูกพืชด้วยเทคนิคนี้ก็มีข้อจำกัด ได้แก่

1. ค่าใช้จ่ายในการลงทุนครั้งแรกค่อนข้างสูง ทำให้ผลผลิตที่ได้มีราคาแพง ต้องเลือกปลูกพืชที่มีราคา ค่าใช้จ่ายที่ทำให้ต้นทุนสูงจะเป็นค่าก่อสร้างโรงเรือน ค่าสารเคมี ค่าอุปกรณ์และค่าดูแลรักษา การลงทุนระยะแรกอาจไม่คุ้ม แต่จะให้ผลคุ้มค่าในระยะยาว และต้องดำเนินการในพื้นที่มากจะคุ้มกว่าพื้นที่น้อย

2. ต้องใช้เทคนิคขั้นสูง ผู้ปลูกต้องมีความรู้ความเข้าใจในเทคนิคที่เลือกใช้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังต้องมีความรู้ในเรื่องธาตุอาหารพืช น้ำ สรีรวิทยาของพืช สารละลาย และเครื่องมือควบคุมระบบต่างๆ อีกด้วย

3. มีโอกาสเกิดโรคที่มาจากน้ำได้ง่ายและยากต่อการควบคุม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลูกในสารละลาย ไม่ว่าจะเป็นระบบหมุนเวียนหรือไม่หมุนเวียน ถ้ามีการเกิดโรคเกี่ยวกับระบบราก จะแพร่กระจายอย่างรวดเร็วและยากต่อการป้องกันกำจัด เพราะพืชแต่ละต้นใช้สารละลายในแหล่งเดียวกันเชื้อจะระบาดไปทั่วระบบในเวลาอันสั้นโดยติดไปในสารละลาย

**ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชแบบไม่ใช้ดิน**

**1. ปัจจัยทางด้านพันธุกรรม**

ยีน (gene) เป็นตัวกำหนดลักษณะการเจริญเติบโตของพืช ไม่ว่าจะเป็นส่วนของราก ลำต้น กิ่ง ก้าน ใบ ตลอดจนดอกและผล การสะสมมวลชีวภาพได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับพันธุกรรมของพืชเอง พันธุ์พืชที่จะใช้กับการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์โดยเฉพาะยังไม่มีหรือมีน้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2. ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม**

**2.1 แสง**

ตามธรรมชาติพืชจะใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน เพื่อทำให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสงที่ใบหรือส่วนที่มีสีเขียว โดยมีคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเขียวชนิดหนึ่งที่มีหน้าที่เป็นตัวรับแสงเพื่อเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$) และน้ำ ($H_2O$) เป็นกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) และก๊าซออกซิเจน ($O_2$) พืชที่ปลูกในบ้านหรือเรือนทดลอง อาจใช้แสงสว่างจากไฟฟ้าทดแทนแสงอาทิตย์ได้แต่ก็เป็นการสิ้นเปลืองและไม่สมบูรณ์เมื่อเปรียบเทียบกับแสงธรรมชาติ

**2.2 อากาศ**

พืชจำเป็นต้องใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$) ที่มีอยู่ประมาณ 0.033 เปอร์เซ็นต์ ในบรรยากาศ ในการผลิตกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์เริ่มต้น เหตุการณ์ที่พืชจะขาดคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นไปได้ยาก เนื่องจากมีแหล่งคาร์บอนไดออกไซด์อย่างเหลือเฟือ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากโรงงานและรถยนต์ ตลอดจนการผลิตไฟฟ้า เป็นต้น ส่วนก๊าซออกซิเจน ($O_2$) พืชต้องการเพื่อใช้ในกระบวนการหายใจ (Respiration) เพื่อเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งถูกเก็บไว้ในรูปพลังงานเคมี ในรูปของน้ำตาลกลูโคสและสามารถให้เป็นพลังงานเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนกระบวนการเมตาโบลิซึม (Metabolism) ต่างๆ การหายใจของส่วนเหนือดินของพืชมักไม่มีปัญหา เพราะในบรรยากาศมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ สำหรับรากพืชมักจะขาดออกซิเจน โดยเฉพาะการปลูกพืชไร้ดินด้วยเทคนิคการปลูกด้วย สารละลาย (water culture หรือ liquid culture) จำเป็นต้องให้ออกซิเจนในจำนวนที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช การให้ออกซิเจนแก่รากพืชจะให้ในรูปของฟองอากาศที่แทรกอยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืช ซึ่งให้โดยใช้เครื่องสูบลม หรือการใช้ระบบน้ำหมุนเวียน

**2.3 น้ำ**

คุณภาพน้ำเป็นเรื่องสำคัญมากเรื่องหนึ่ง การปลูกพืชเพียงเล็กน้อยเพื่อการทดลองจะไม่มีปัญหา แต่การปลูกเป็นการค้า จะต้องพิจารณาเรื่องของน้ำก่อนอื่น หากใช้น้ำคุณภาพไม่ดีทั้งองค์ประกอบทางเคมีและความสะอาด จะก่อให้เกิดความล้มเหลว น้ำเป็นตัวประกอบที่สำคัญ โดยจะถูกนำไปใช้ 2 ทาง คือ

1. ใช้เป็นองค์ประกอบของพืช พืชมีน้ำเป็นองค์ประกอบประมาณ 90-95 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก พืชใช้น้ำเพื่อก่อให้เกิดกิจกรรมที่มีประโยชน์

2. ใช้เป็นตัวทำละลายธาตุอาหารพืชให้อยู่ในรูปไอออนหรือสารละลายธาตุอาหารพืชโมเลกุลเล็ก เพื่อให้รากดูดกินเข้าไป ปกติน้ำประปาถือว่าใช้ได้ แต่สำหรับการทดลอง มักใช้น้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือน้ำประปาที่ทิ้งให้คลอรีนหมดไป แหล่งของน้ำที่ดีสุด สำหรับการปลูกพืชไร้ดินเชิงพาณิชย์ คือ น้ำฝนหรือน้ำจากคลองชลประทาน

**2.4 สารละลายธาตุอาหารพืช**

ธาตุอาหารที่พืชต้องการในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต มีทั้งหมด 16 ธาตุ ซึ่ง 3 ธาตุ คือคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ได้จากน้ำและอากาศ และอีก 13 ธาตุ ได้จากการดูดกินผ่านทางรากทั้ง 13 ธาตุแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามปริมาณที่พืชต้องการ คือ ธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากและธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณน้อย

**ก. ธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก (macronutrient elements)**

**ไนโตรเจน (N)**

ไนโตรเจนมีความสำคัญต่อการเจริญด้านลำต้น ใบ มากกว่าผล การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไป จะทำให้การเจริญทางลำต้นใบมากเกินไป ซึ่งจะทำให้ผลและรากชะงักการเจริญไนโตรเจนที่อยู่ในรูปแอมโมเนียมจะช่วยในการเจริญของลำต้นใบแอมโมเนี่ยมไนเตรท ยูเรีย เมื่อใส่ในความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสม จะช่วยในการเจริญเติบโตได้ แต่จะเป็นอันตรายต่อพืชได้ง่าย เช่น ทำให้ใบไหม้ ดังนั้นควรศึกษาข้อมูลก่อนใส่ปุ๋ยดังกล่าวและใช้อย่างระมัดระวังลักษณะที่พืชเป็นอันตรายสาเหตุจากการใช้แอมโมเนี่ยมในอัตราสูง ในระยะแรกจะเกิดแผลเป็นจุดเล็ก ๆ ที่ใบ ระยะต่อมาจะขยายตัวหรือรวมกันเป็นแผลใหญ่เหลือเฉพาะเส้นใบเป็นสีเขียวเคลื่อนย้ายในพืชได้ดี ดังนั้นใบแก่จะแสดงอาการก่อน โดยจะมีสีเขียวปนเหลือง หลังจากนั้นจะขยายไปทั้งต้น ใบอ่อนจะหยุดชะงักการเจริญ ผลจะมีลักษณะสั้น หนา สีเขียวอ่อน บิดงอ ขั้วจะสั้นและเหี่ยวในกรณีที่ได้รับไนโตรเจนมากเกินไป จะทำให้มีลำต้นขนาดใหญ่ ใบสีเขียวเข้ม เป็นคลื่นช่วงข้อสั้น มือเกาะจะติดกัน เถาแขนงจะสั้น ในกรณีที่รุนแรง การเจริญเติบโตจะหยุดชะงัก ใบส่วนล่างจนถึงส่วนกลางของลำต้นจะหงิกงอและร่วง แผลระหว่างเส้นใบจะโปร่งแสง หลังจากนั้นจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและน้ำตาล เมื่อขอบใบ และระหว่างเส้นใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ทำให้ต้นพืชตาย ในกรณีที่พืชยังไม่เหี่ยว การแก้ไขอาจจะทำได้โดยการให้น้ำ ควบคุมอุณหภูมิและความเข้มแสงต่ำเพื่อป้องกันการคายน้ำพืชที่เจริญปกติ ใบที่สามนับจากยอด(ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร) จะมีปริมาณไนโตรเจน 5-6 % ของน้ำหนักแห้ง หรือ มี NO3 0.5-1.5 % ในใบอ่อนที่คลี่ออกเต็มที่ หรือ 2-3 % N(0.6-1.2% NO3) ใน sap ของใบยอดที่คลี่ออกเต็มที่พืชที่ขาดไนโตรเจน จะมีปริมาณไนโตรเจนในใบอ่อนและใบแก่ต่ำกว่า 3 และ 2 % ของน้ำหนักแห้งตามลำดับ การแก้ไขควรฉีดพ่นด้วยปุ๋ยยูเรียเข้มข้น 2-5 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร เพื่อป้องกันอันตรายต่อพืช ควรฉีดพ่นในระยะที่มีอุณหภูมิและความเข้มแสงต่ำ และให้น้ำหลังฉีดพ่น หลังฉีดพ่นควรเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนทางดินในอัตราและระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการขาดธาตุดังกล่าว(นิพนธ์,2540)

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
วิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ฟอสฟอรัส (P)**

ถึงแม้พืชจะต้องการฟอสฟอรัสในปริมาณที่น้อยกว่าไนโตรเจน แต่พืชจะต้องการอย่างสม่ำเสมอ ในระยะแรกฟอสฟอรัสจะจำเป็นสำหรับการเจริญของราก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออุณหภูมิในดินต่ำ นอกจากนี้จะช่วยในการเจริญเติบโตทั้งทางลำต้น ใบ ดอก ผล ตลอดฤดูกาลปลูกเม็ดดินจะจับยึดฟอสฟอรัสได้ดี แต่จะถูกชะล้างหรือสูญเสียโดยง่ายในดิน peat และ soilless mediaดังนั้น การปลูกพืชไร้ดิน จะต้องใส่ฟอสฟอรัสอย่างสม่ำเสมอพืชที่ขาดฟอสฟอรัส ในขั้นแรกจะแสดงอาการหยุดชะงักการเจริญเติบโต ในกรณีที่รุนแรงพืชจะชะงักการเจริญ ใบอ่อนจะเล็ก หนา สีเทาปนเขียว ใบแก่จะเกิดแผลช้ำที่เส้นใบและระหว่างเส้นใบ หลังจากนั้นจะเปลี่ยนเป็นสีซีด เหี่ยว ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและร่วง ปกติฟอสฟอรัสจะไม่เป็นอันตรายต่อพืช ใบปกติจะมีปริมาณฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อ 0.6-1.3 %P ของน้ำหนักแห้งใบที่อยู่บนเถาใหญ่ แต่ในใบอ่อนจะมีปริมาณสูงกว่า ใบที่สามจากยอด(ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร) จะเป็นใบมาตรฐานสำหรับใช้วิเคราะห์ ส่วนในพืชที่ขาดฟอสฟอรัสจะมีปริมาณฟอสฟอรัส ต่ำกว่า 0.3% หรือ 0.2% ของน้ำหนักแห้ง ของใบแก่และใบอ่อนตามลำดับ การแก้ไข ควรใส่ปุ๋ย triple superphosphate อัตรา 20 กรัมต่อตารางเมตร หรือใช้ปุ๋ย mono potassium phosphate ละลายน้ำ 30-50 ppm P(นิพนธ์,2540)

**โปแตสเซียม (K)**

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่เคลื่อนย้ายในพืชได้ดี พืชต้องการในปริมาณที่สูงจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและผลผลิต เนื่องจากเป็นธาตุหลักและมีขั้วบวก (cation) ทำหน้าที่สร้างความสมดุลกับกรดอินทรีย์ที่อยู่ในเซลล์ซึ่งมีขั้วลบ และ anion อื่น ๆ เช่น sulfate, chloride, และ nitrates. นอกจากนี้จะช่วยกระตุ้นการทำงานของ enzyme ควบคุมการคายน้ำ โดยการควบคุมการเปิด ปิดของปากใบ ประสิทธิภาพของโปแตสเซี่ยมจะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างแร่ธาตุต่าง ๆเช่น ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส จะมีอิทธิพลต่อการนำโพแทสเซียมไปใช้ประโยชน์ของพืช ทำให้พืชขาดโพแทสเซียม แคลเซียม ช่วยในการนำโพแทสเซียมขึ้นไปใช้ของพืชในกรณีที่ขาดแคลเซียม พืชจะแสดงอาการขาดโพแทสเซียม แอมโมเนียมจำกัดการนำโพแทสเซียมไปใช้ประโยชน์อย่างมาก การขาดโพแทสเซียมมีแนวโน้มจะทำให้พืชขาดธาตุเหล็กในกรณีที่พืชขาดโพแทสเซียม ระยะเริ่มแรกจะแสดงอาการที่ใบแก่ก่อนและขยายจากใบล่างไปยังใบบนสุด พืชจะหยุดชะงักการเจริญ ช่วงข้อสั้น ใบขนาดเล็ก ขอบใบแก่จะแห้ง งอม้วนลงหลังจากนั้นแผลจะขยายไปยังเนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างเส้นใบ และเข้าสู่ส่วนกลางของใบ ผลจะมีส่วนปลายขยายใหญ่ส่วนที่ติดกับขั้วจะไม่ขยายตัวในดินทั่วไปจะมีปริมาณโพแทสเซียมค่อนข้างจะพอเพียง สำหรับการเจริญของพืชนอกจากในดินทราย แต่ในการปลูกพืชไร้ดินพืชจะแสดงอาการขาดทันที เมื่อได้รับธาตุดังกล่าวไม่เพียงพอ การใส่โพแทสเซียมสูงจะไม่เป็นอันตรายต่อพืช แต่จะเป็นสาเหตุให้พืชขาดธาตุอื่น ๆ เช่นแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก เป็นต้นใบพืชที่สมบูรณ์จะมีปริมาณโพแทสเซียม 4.1% K ของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนักแห้งของใบอ่อนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร (ยอดอ่อนจะมีปริมาณโพแทสเซียมสูง 8-15%K)และปริมาณโพแทสเซียมใน petiole sap จะมีประมาณ 3,500 - 5,000 ppm K พืชจะแสดงอาการขาดธาตุนี้เมื่อมีปริมาณโพแทสเซียมในใบอ่อนต่ำ กว่า 3.5% K ของน้ำหนักแห้งและต่ำ กว่า 3,000 ppm K ใน petiole sap.การแก้ไข ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมก่อนปลูกอัตรา 80 กรัมต่อตารางเมตร หรือให้ในรูปสารละลาย เข้มข้น 300-500 ppm K หรือฉีดพ่นในอัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ข้อควรระวังคือพืชไม่สามารถนำโพแทสเซียมที่ให้โดยการฉีดพ่นไปใช้ได้ทั้งหมด(นิพนธ์,2540)

**แคลเซียม (Ca)** รูปของแคลเซียมที่พืชดูดกินได้คือ calcium ion ($Ca^{+2}$) แหล่ง $Ca^{+2}$ ที่ดีที่สุดคือ calcium nitrate เนื่องจากละลายง่าย ราคาไม่แพงและยังให้ธาตุไนโตรเจนด้วย แคลเซียมที่มีมากในสารละลายธาตุอาหารพืช จะไปรบกวนการดูดกินโปแตสเซียมและแมกนีเซียม ในน้ำตามธรรมชาติจะมีแคลเซียมอยู่ปริมาณหนึ่ง การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชจึงควรคิดแคลเซียมในน้ำด้วยจะได้ไม่เกิดปัญหาในการมีแคลเซียมมากเกินไป

**แมกนีเซียม (Mg)** รูปของแมกนีเซียมที่พืชดูดกินได้คือ magnesium ion ($Mg^{+2}$) สารเคมีที่ให้แมกนีเซียมคือ magnesium sulfate ($MgSO_4$) ในน้ำธรรมชาติจะมีแมกนีเซียมอยู่ด้วย ฉะนั้นในการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชจึงควรคำนึงถึงด้วย แมกนีเซียมที่มีมากเกินพอในสารละลายจะไปรบกวนการดูดกินธาตุโปแตสเซียมและแคลเซียม

**กำมะถัน (S)** รูปของกำมะถันที่พืชสามารถดูดกินได้ คือ sulfate ion ($SO_4^{-2}$) พบว่าไม่ค่อยมีปัญหาการขาดกำมะถันในระบบการปลูกพืชไร้ดิน เพราะพืชต้องการกำมะถันในปริมาณน้อย และจะได้รับจากสารเคมีพวกเกลือซัลเฟตของ K, Mg, Fe, Cu, Mn และ Zn เป็นต้น

**ข. ธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณน้อยหรือจุลธาตุ (micronutrient elements)**

**โบรอน (B)** การแสดงอาการขาดธาตุโบรอนของพืชพบเห็นได้ยากเนื่องจากพืชต้องการในปริมาณน้อย ซึ่งในน้ำธรรมชาติก็มีโบรอนอยู่ด้วย สารเคมีที่ให้ borate ion ($BO_3^{-3}$) ซึ่งพืชสามารถดูดกินได้คือ boric acid ($H_3BO_3$)

**สังกะสี (Zn)** รูปที่พืชสามารถดูดกินได้คือ zinc ion ($Zn^{+2}$) ซึ่งได้จาก zinc sulfate ($ZnSO_4$)หรือ zinc chloride ($ZnCl_2$)

**ทองแดง (Cu)** สารเคมีที่ให้ Copper ion ($Cu^{+2}$) คือ copper sulfate ($CuSO_4$) หรือ copper chloride ($CuCl_2$)

**เหล็ก (Fe)** พืชดูดกินในรูป $Fe^{+2}$ หรือ $Fe^{+3}$ สารเคมีที่ให้ธาตุเหล็กที่มีราคาถูกที่สุดคือ ferrous sulfate (FeSO4) ซึ่งละลายน้ำได้ง่าย แต่ก็จะตกเป็นตะกอนได้เร็ว จึงต้องควบคุมสภาพความเป็นกรดด่างของสารละลาย เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาเหล่านี้ โดยการใช้เหล็กในรูปคีเลต (Fe-chelate) ซึ่งเป็นสารเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างเหล็กและสารคีเลต ซึ่งเป็นสารประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีย์ เหล็กคีเลต เป็นสารประกอบเชิงซ้อน สามารถคงตัวอยู่ในรูปสารละลายธาตุอาหารพืชและพืชดูดกินได้ เหล็กคีเลตที่นิยมใช้กันอยู่ในรูปของ EDTA หรือ EDDHA

**แมงกานีส (Mn)** มีลักษณะเหมือนกับเหล็กคือ ความเป็นประโยชน์ของแมงกานีส จะถูกควบคุมโดยความเป็นกรดด่าง ถ้าสารละลายธาตุอาหารพืชมีลักษณะด่าง ความเป็นประโยชน์ของแมงกานีสจะลดลง manganese ion ($Mn^{+2}$) ซึ่งเป็นรูปที่พืชสามารถดูดกินได้ จะได้จากสารเคมี manganese sulfate ($MnSO_4$) หรือ manganese chloride ($MnCl_2$)

**โมลิบดินัม (Mo)** รูปที่พืชสามารถดูดกินได้คือ molybdate ion ($MoO_4^{-2}$) ซึ่งได้จากสาร sodium molybdate หรือ ammonium molybdate

**คลอรีน (Cl)** ในน้ำจะมีคลอรีนในรูปของคลอไรด์ (chloride ion ($Cl^-$)) ซึ่งเป็นรูปที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์เจือปนอยู่ด้วย จากการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชจะได้คลอไรด์จากสารเคมี potassium chloride รวมทั้งจากจุลธาตุบางธาตุที่อยู่ในรูปของสารประกอบคลอไรด์ ถ้าสารละลายมี $Cl^-$ มากเกินพอ จะไปมีผลยับยั้งการดูดกิน anions ตัวอื่น เช่น nitrate ($NO^{-3}$) และซัลเฟต ($SO_4^{-2}$)

## การควบคุมความเป็นกรดด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหารพืช

การรักษาหรือควบคุมความเป็นกรดด่าง และค่าการนำไฟฟ้าในสารละลายอาหารนี้เพื่อให้พืชสามารถดูดใช้ปุ๋ยหรือสารอาหารพืชได้ดี และเพื่อให้ปริมาณสารอาหารแก่พืชตามที่ต้องการ

### 1.การรักษาหรือควบคุม pH

เนื่องจากค่าความเป็นกรดด่างในสารละลายจะเป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงความสามารถของรากที่จะดูดธาตุอาหารต่างๆ ที่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืชได้

ปกติแล้วควรรักษาค่าความเป็นกรดด่างที่ 5.8-7.0 เพราะเป็นค่าหรือช่วงที่ธาตุอาหารพืชต่างๆ สามารถคงรูปในสารละลายที่พืชนำไปใช้ได้ดีค่าความเป็นกรดด่างในสารละลายธาตุอาหารพืชเปลี่ยนแปลงได้หลายสาเหตุ เช่น การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการที่รากพืชดูดธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหาร แล้วพืชปลดปล่อยไฮโดรเจน ($H^+$) และไฮดรอกไซด์ ($OH^-$) จากรากสู่สารละลายธาตุอาหารพืชทำให้ pH เปลี่ยนแปลงไป เช่น

- ประจุไฟฟ้าลบ หรือแอนไอออน (anions) เช่น ไนเตรท ($NO_3^-$), ซัลเฟต ($SO_4^{-2}$), ฟอสเฟต ($PO_4^{-3}$) แล้วจะปลดปล่อยไฮดรอกไซด์ ($OH^-$) สู่สารละลายธาตุอาหาร
- ประจุไฟฟ้าบวก หรือแคตไอออน (cations) เช่น แคลเซียม ($Ca^{+2}$), แมกนีเซียม ($Mg^{+2}$), โปแตสเซียม ($K^+$), แอมโมเนียม ($NH_4^+$) แล้วจะปลดปล่อยไฮโดรเจน ($H^+$) สู่สารละลายธาตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหาร

ปกติแล้วธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหารพืช มีประจุไฟฟ้าบวกหรือแคตไอออนมากกว่าค่าของประจุไฟฟ้าลบหรือแอนไอออนแล้ว ค่าความเป็นกรดด่างจะลดลง ในขณะที่การดูดกินแอนไอออนมากกว่าแคตไอออนจะเพิ่มความเป็นกรดด่างในสารละลายธาตุอาหารพืชสำหรับการให้ธาตุอาหารบางชนิดที่พืชต้องการใช้ในปริมาณมาก คือ ธาตุไนโตรเจน (nitrogen, N) ซึ่งมีการให้ทั้ง 2 รูปแบบ คือ ในรูปแบบของประจุลบในสารอาหารในรูปของไนเตรส ($NO_3^-$) และในรูปแบบของประจุบวกในสารอาหารในรูปของแอมโมเนียม ($NH_4^+$) นั้น ต้องพิจารณาถึงอัตราส่วนของสารนี้ให้ดี เพราะจะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดด่างและการใช้ประโยชน์ของพืชมาก การปรับเพื่อลดหรือเพิ่มค่าความเป็นกรดด่างนั้น สามารถทำได้โดยเติมสารลงไปในสารละลายธาตุอาหารพืช เช่น

**1.1 การปรับเพื่อลดค่าความเป็นกรดด่าง**

โดยการเติมสารใดสารหนึ่งต่อไปนี้ ลงไปในสารละลายธาตุอาหารพืช เช่น Sulfuric acid ($H_2SO_4$) หรือ Nitric acid ($HNO_3$) หรือ Hydrochloric acid (HCl) หรือ Acetic acid

**1.2 การปรับเพื่อเพิ่มค่าความเป็นกรดด่าง**

ให้สูงขึ้น ทำโดยการเติมสารใดสารหนึ่งต่อไปนี้ลงไปในสารละลายธาตุอาหารพืช เช่น Potassium hydroxide (KOH) หรือ Sodium hydroxide (NaOH) หรือ Sodium bicarbonate หรือ Bicarbonate of soda ($NaHCO_3$)

**2. การควบคุมค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity)**

เนื่องจากปุ๋ยที่ละลายในน้ำที่ค่าของอิออน (ion) ที่สามารถให้กระแสไฟฟ้าที่มีหน่วยเป็นโมห์ (Mho) หรือ ซีเมน (seimen,S) แต่ค่าของการนำกระแสไฟฟ้านี้ค่อนข้างน้อยมาก จึงมีการวัดเป็นค่าที่มีหน่วยเป็นมิลลิโมห์/เซนติเมตร (milliMhos/cm) หรือ มิลลิซีเมน/เซนติเมตร (mS/cm)อันเป็นค่าที่ได้จากการวัดการนำกระแสไฟฟ้าจากพื้นที่หนึ่งคิวบิกเซนติเมตรของสารอาหารการวัดค่าการนำไฟฟ้าจะทำให้เราทราบเพียงค่ารวมของการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารพืช (คือน้ำกับปุ๋ยที่เป็นธาตุอาหารพืชทั้งหมดในถังที่ใส่สารอาหารทั้งหมด) เท่านั้น แต่ไม่ทราบค่าของสัดส่วนของธาตุอาหารใดธาตุอาหารหนึ่งที่อยู่ในถัง ที่อาจเปลี่ยนไปตามเวลาเนื่องจากพืชนำไปใช้หรือตกตะกอน ดังนั้นหลังจากมีการปรับค่าการนำไฟฟ้าไปได้ระยะหนึ่งแล้วจึงควรเปลี่ยนสารละลายในถังใหม่เป็นระยะๆ โดยเฉพาะประเทศที่มีอากาศร้อนอย่างประเทศไทย ควรเปลี่ยนสารละลายใหม่เป็นระยะๆ เช่น ทุก 3 สัปดาห์ ซึ่งการเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารพืชแต่ละครั้งก็หมายถึงการเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นปกติแล้วควรรักษาค่าการนำไฟฟ้าของสารอาหารระหว่าง 2.0-4.0 mS/cm [www3.dpu.ac.th/clinictech/detail_menu1.asp]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

## อุปกรณ์

1. ต้นพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot
2. กระบะปลูกขนาด 60 × 60 cm
3. วัสดุปลูก - ทรายคัดเบอร์ 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 สารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพรรณไม้น้ำ ใช้สูตรผักสลัด kmitl 2 วิธีการให้สารละลาย จะให้สารละลายทุก ๆ สัปดาห์ โดยนำสารละลายจากถัง A และ ถัง B มาอย่างละเท่ากันผสมกันก่อนใส่ลงในกระถางปลูก จนกระทั่งได้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในกระถางปลูกตามการทดลอง

ในการทดลอง EC ของสารละลายจะต้องรักษาให้อยู่ในระดับคงที่ เนื่องจากต้นพืชมีการดูดน้ำและปุ๋ยไปใช้ทำให้ EC ของสารละลายมีค่าลดลง ก่อนการปรับ EC จะต้องมีการเก็บตัวอย่างน้ำปุ๋ยในกระบะเพื่อนำไปวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช และหลังจากที่ได้ค่า EC ตามต้องการแล้ว ก็เก็บตัวอย่างน้ำปุ๋ยอีกครั้งเพื่อศึกษาเปรียบเทียบกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมสารละลาย

ถัง A

1. ใส่น้ำ 20 ลิตร
2. ใส่กรด $HNO_3$ เพื่อปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 3-6
3. $Ca(NO_3)$ 2.4 $H_2O$ 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. $MgSO_4$.7 $H_2O$ เท่ากับ 1.048 กิโลกรัม
6. Zn $SO_4$.7 $H_2O$ เท่ากับ 4.756 กิโลกรัม
7. Cu $SO_4$.5 $H_2O$ เท่ากับ 1.016 กิโลกรัม
8. Mn $SO_4$. $H_2O$ 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

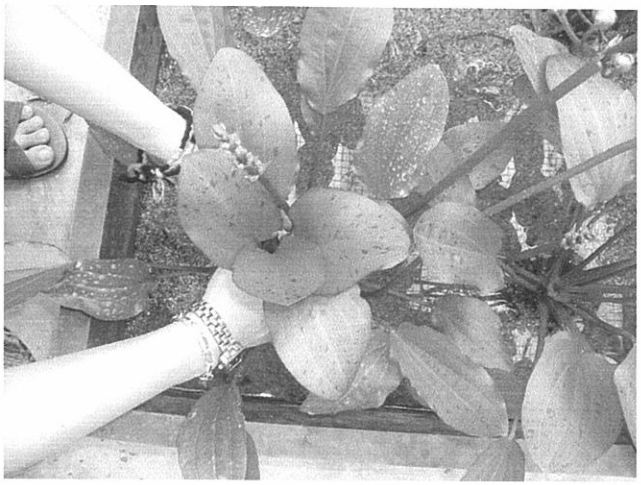
การวิเคราะห์ หาปริมาณโพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม และเหล็ก วิเคราะห์โดยวิธี Acid mixture digestion วัดโดยวิธี Atomic absorption

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
99734

การบันทึกข้อมูล

1. จำนวนใบ

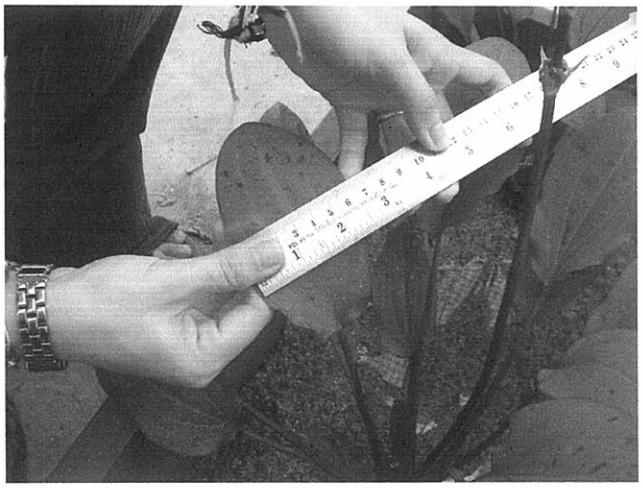
นับจำนวนใบเป็นจำนวนใบสะสม โดยจะนับเฉพาะใบใหม่ที่เจริญเต็มที่แล้ว (Developed leaf)(ดัง ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แสดงการวัดจำนวนใบ

2. ความกว้างของใบ

วัดใบที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว โดยวัดส่วนที่กว้างที่สุดของใบ (ดังภาพที่ 3)

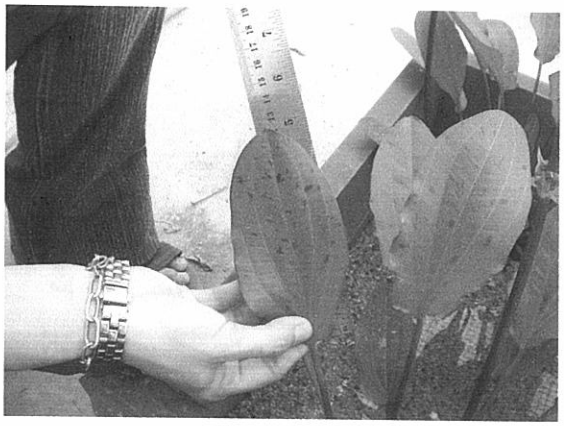


ภาพที่ 3 แสดงการวัดนาดความกว้างของใบ

3. ความยาวของใบ

วัดใบที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว โดยวัดจากโคนใบถึงปลายใบ (ดัง ภาพที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 แสดงการวัดขนาดความยาวของใบ

4. ความสูงของต้น

วัดใบที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว โดยวัดจากโคนต้นถึงปลายใบที่ตั้งตรง (ดัง ภาพที่ 5)

ภาพที่ 5 แสดงการวัดนาดความสูงของใบ

5. ผลผลิต

โดยการนับต้นอ่อนบนซ่อดอก โดยจะเก็บเฉพาะต้นที่มีรากพร้อมที่จะนำไปปลูกได้

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของงานทดลอง โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SIRICHI เวอร์ชัน 6

สถานที่ทดลอง

โรงเรือนชั้น 5 อาคารเจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลอง

1.จำนวนใบ

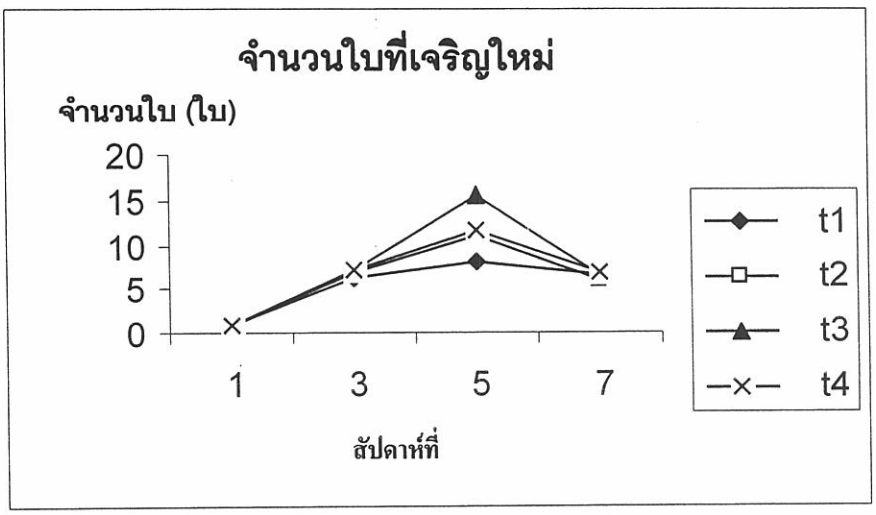
จำนวนใบใหม่ของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot ทุกการทดลองในสัปดาห์ที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่สัปดาห์ที่ 5 จำนวนใบที่เจริญใหม่ใน T2 และ T4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T1 ซึ่งมีจำนวนใบที่เจริญใหม่น้อยที่สุดเฉลี่ย 7.92 ใบ และ T3 มีจำนวนใบที่เจริญใหม่มากที่สุดเฉลี่ย 15.42 ใบ และในสัปดาห์ที่ 7 จำนวนใบที่เจริญใหม่ใน T3 และT4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T2 ซึ่งมีจำนวนใบน้อยที่สุดเฉลี่ย 6 ใบ (ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 6)

ตารางที่ 1 จำนวนใบที่เจริญใหม่ของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot (ใบ)

| Treatment | สัปดาห์ที่ 1 | สัปดาห์ที่ 3 | สัปดาห์ที่ 5 | สัปดาห์ที่ 7 |
|---|---|---|---|---|
| T1 | 1* | 6.33 | 7.92 $^{C}$ | 6.50 $^{AB}$ |
| T2 | 1* | 6.75 | 11.00 $^{B}$ | 6.00 $^{B}$ |
| T3 | 1* | 7.25 | 15.42 $^{A}$ | 6.67 $^{A}$ |
| T4 | 1* | 7.08 | 11.67 $^{B}$ | 6.75 $^{A}$ |
| Mean | 1* | 6.85 | 11.5 | 6.48 |
| CV% | - | 22.65 | 25.91 | 10.89 |

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

* เริ่มปลูกจำนวนใบที่เจริญใหม่มี 1 ใบเท่ากันหมด




ภาพที่ 6 แสดงจำนวนใบของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelots ที่เจริญใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21134



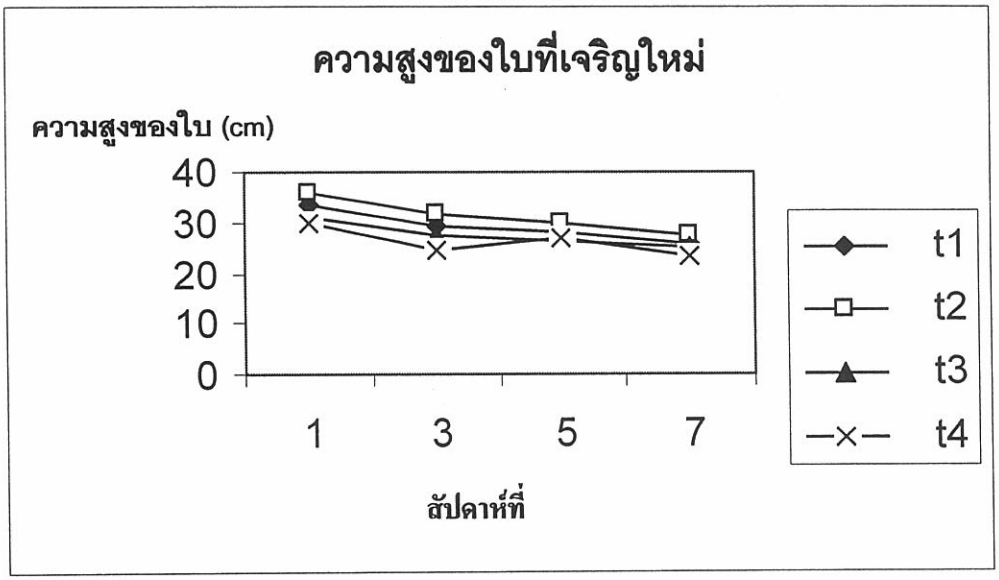
2.ความสูงใบ

ความสูงของใบที่เจริญใหม่ใน T2 มีความสูงของใบมากที่สุดในทุกสัปดาห์คือมีค่าเฉลี่ย 35.53,31.42,29.63 และ 27.40 cm ตามลำดับ โดยสัปดาห์ที่ 1 และ 7 T2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T4 ซึ่งมีความสูงของใบน้อยที่สุดเฉลี่ย 29.72 และ 23.42 cm ตามลำดับ สัปดาห์ที่ 3 T2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T4 ซึ่งมีความสูงของใบน้อยที่สุดเฉลี่ย 24.26 cm และสัปดาห์ที่ 5 T2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ ความสูงของใบที่เจริญใหม่ใน T3 ซึ่งมีความสูงของใบน้อยที่สุดเฉลี่ย 26.05 cm (ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 7)

ตารางที่ 2 ความสูงของใบของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot ที่เจริญใหม่ (cm.)

| Treatment | สัปดาห์ที่ 1 | สัปดาห์ที่ 3 | สัปดาห์ที่ 5 | สัปดาห์ที่ 7 |
|---|---|---|---|---|
| T1 | 33.48 $^{AB}$ | 29.07 $^{AB}$ | 27.87 $^{AB}$ | 25.54 $^{AB}$ |
| T2 | 35.53 $^{A}$ | 31.42 $^{A}$ | 29.63 $^{A}$ | 27.40 $^{A}$ |
| T3 | 31.27 $^{AB}$ | 27.33 $^{B}$ | 26.05 $^{B}$ | 24.90 $^{AB}$ |
| T4 | 29.72 $^{B}$ | 24.26 $^{C}$ | 26.72 $^{AB}$ | 23.42 $^{B}$ |
| Mean | 32.50 | 28.02 | 27.56 | 25.32 |
| CV% | 15.11 | 11.27 | 14.24 | 7.69 |

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %




ภาพที่ 7 ความสูงของใบของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelots ที่เจริญใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

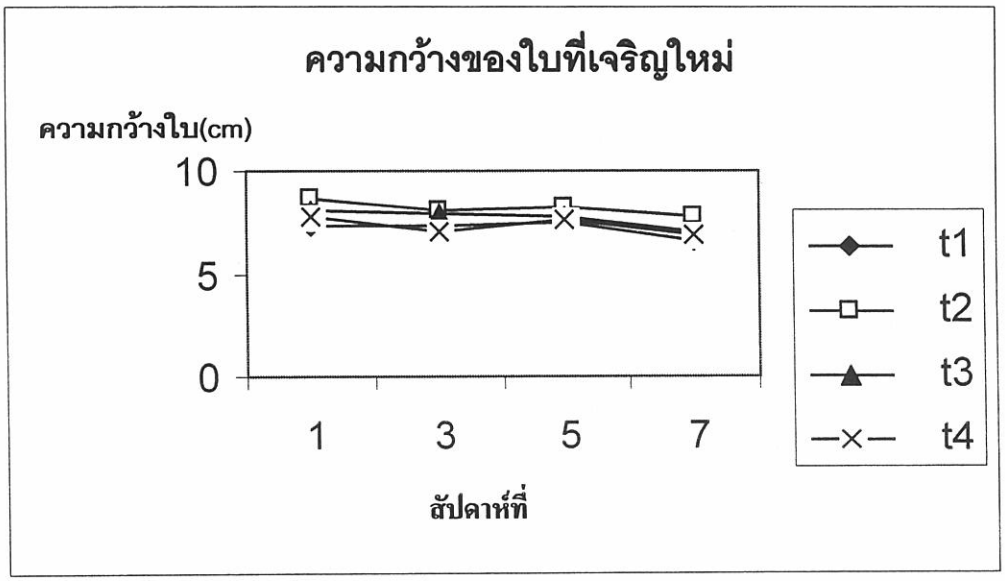
3.ความกว้างใบ

ความกว้างของใบที่เจริญใหม่ใน T2 มีความกว้างของใบมากที่สุดในทุกสัปดาห์คือมีค่าเฉลี่ย 8.65, 8.09,8.18 และ 7.83 cm ตามลำดับ โดยสัปดาห์ที่ 1 และ 7 T2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T1 ซึ่งมีความกว้างของใบน้อยที่สุดเฉลี่ย 7.36 และ 6.53 cm ตามลำดับ สัปดาห์ที่ 3 T2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T4 ซึ่งมีความกว้างของใบน้อยที่สุดเฉลี่ย 7.03 cm สัปดาห์ที่ 5 ความกว้างของใบที่เจริญใหม่ในทุกการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ดังตารางที่ 3 และภาพที่ 8)

ตารางที่ 3 ความกว้างของใบของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot ที่เจริญใหม่ (cm.)

| Treatment | สัปดาห์ที่ 1 | สัปดาห์ที่ 3 | สัปดาห์ที่ 5 | สัปดาห์ที่ 7 |
|---|---|---|---|---|
| T1 | 7.36 $^{B}$ | 7.28 $^{BC}$ | 7.39 | 6.53 $^{B}$ |
| T2 | 8.65 $^{A}$ | 8.09 $^{A}$ | 8.18 | 7.83 $^{A}$ |
| T3 | 8.08 $^{AB}$ | 7.98 $^{AB}$ | 7.79 | 7.03 $^{AB}$ |
| T4 | 7.81 $^{AB}$ | 7.03 $^{C}$ | 7.67 | 6.88 $^{AB}$ |
| Mean | 7.98 | 7.59 | 7.76 | 7.07 |
| CV% | 7.37 | 5.24 | 7.61 | 7.59 |

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %




ภาพที่ 8 ความกว้างของใบของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelots ที่เจริญใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

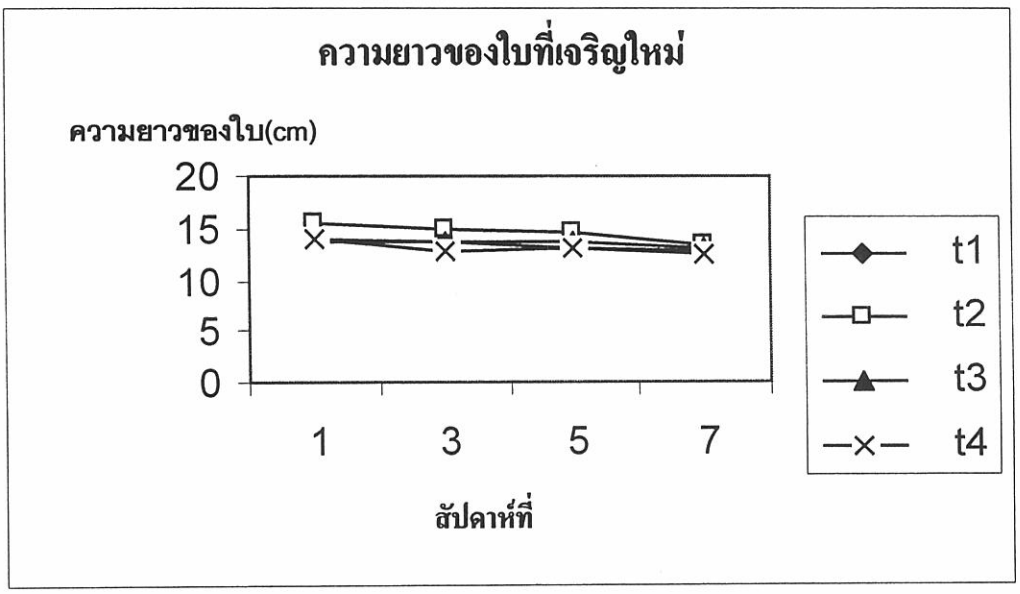
4.ความยาวใบ

สัปดาห์ที่ 1 ความยาวของใบที่เจริญใหม่ใน T1,T3 และT4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T2 ซึ่งมีความยาวของใบมากที่สุดเฉลี่ย 15.56 cm สัปดาห์ที่ 3 ความยาวของใบที่เจริญใหม่ใน T2 มีความยาวของใบมากที่สุดเฉลี่ย 14.94 cm และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T4 ซึ่งมีความยาวของใบน้อยที่สุดเฉลี่ย 12.84 cm สัปดาห์ที่ 5 ความยาวของใบที่เจริญใหม่ใน T1 และT4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T2 ซึ่งมีความยาวของใบมากที่สุดเฉลี่ย 14.71 cm สัปดาห์ที่ 7 ความยาวของใบที่เจริญใหม่ในทุกการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ดังตารางที่ 4 และภาพที่ 9)

ตารางที่ 4 ความยาวของใบของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot ที่เจริญใหม่ (cm.)

| Treatment | สัปดาห์ที่ 1 | สัปดาห์ที่ 3 | สัปดาห์ที่ 5 | สัปดาห์ที่ 7 |
|---|---|---|---|---|
| T1 | 13.94 $^{B}$ | 13.74 $^{AB}$ | 13.28 $^{B}$ | 12.97 |
| T2 | 15.56 $^{A}$ | 14.94 $^{A}$ | 14.71 $^{A}$ | 13.29 |
| T3 | 13.81 $^{B}$ | 13.84 $^{AB}$ | 13.61 $^{AB}$ | 13.03 |
| T4 | 13.98 $^{B}$ | 12.84 $^{B}$ | 13.12 $^{B}$ | 12.56 |
| Mean | 14.32 | 13.84 | 13.68 | 12.96 |
| CV% | 4.42 | 5.79 | 5.01 | 4.54 |

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %




ภาพที่ 9 ความยาวของใบของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot ที่เจริญใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

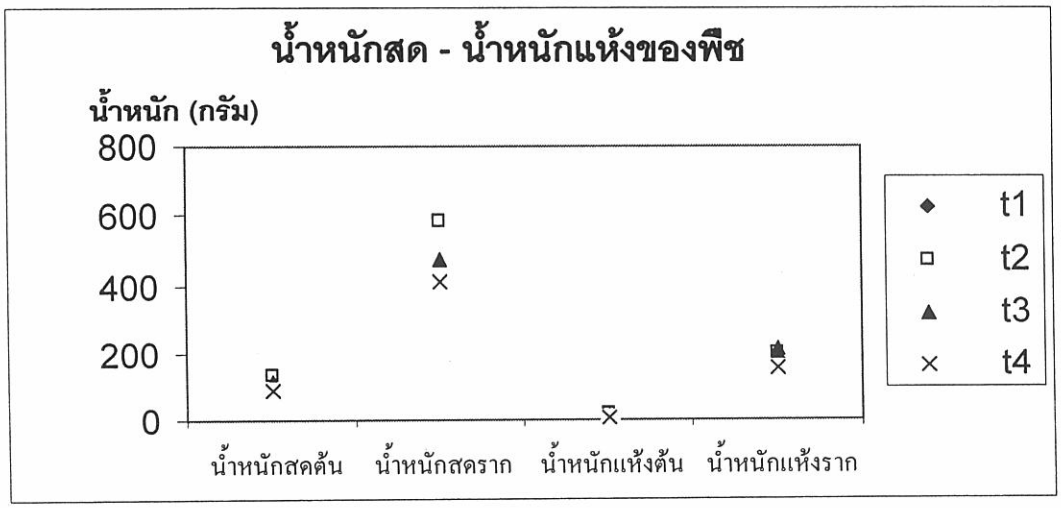
5.น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น

น้ำหนักสดของต้นใน T1 และ T4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ น้ำหนักสดของต้นใน T2 และ T3 น้ำหนักสดของรากใน T1 และ T4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T2 ซึ่งมีน้ำหนักสดของรากมากที่สุดเฉลี่ย 579.90 กรัม น้ำหนักแห้งของต้นใน T1,T3 และT4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T2 ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของต้นมากที่สุดเฉลี่ย 20.76 กรัม น้ำหนักแห้งของรากในทุกการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ดังตารางที่ 5 และภาพที่ 10)

ตารางที่ 5 น้ำหนักใบและรากของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot (กรัม)

| Treatment | น้ำหนักสด(กรัม) | | น้ำหนักแห้ง(กรัม) | |
|---|---|---|---|---|
| | ต้น | ราก | ต้น | ราก |
| T1 | 87.54 $^{B}$ | 406.37 $^{B}$ | 13.74 $^{B}$ | 180.79 |
| T2 | 135.67 $^{A}$ | 579.90 $^{A}$ | 20.76 $^{A}$ | 201.46 |
| T3 | 115.05 $^{A}$ | 472.92 $^{AB}$ | 13.29 $^{B}$ | 210.32 |
| T4 | 87.97 $^{B}$ | 410.98 $^{B}$ | 8.24 $^{B}$ | 151.73 |
| Mean | 106.56 | 467.54 | 14.01 | 186.07 |
| CV% | 13.18 | 14.84 | 26.55 | 21.92 |

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %




ภาพที่ 10 น้ำหนักสด-น้ำหนักแห้งของต้นพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.ผลผลิต (จำนวนต้นอ่อนในช่อดอก)

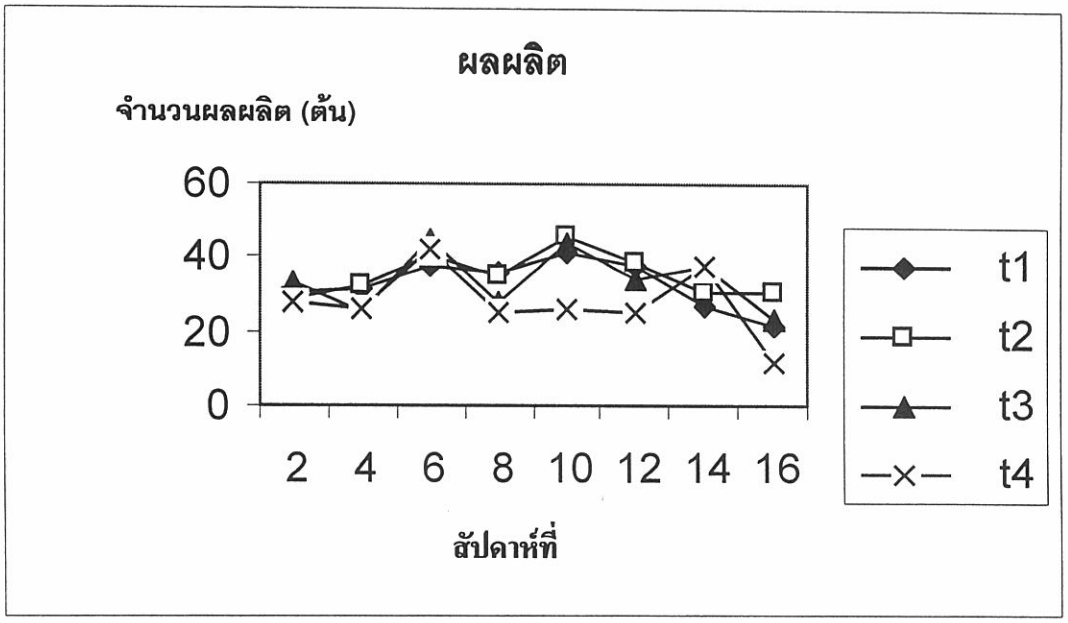
สัปดาห์ที่ 2,4,6,12 และ 14 ผลผลิตในทุกการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สัปดาห์ที่ 8 ผลผลิตใน T1 และ T2 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T3 และT4 สัปดาห์ที่ 10 ผลผลิตใน T2 และT3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T4 ซึ่งมีผลผลิตน้อยที่สุดเฉลี่ย 26.33 ต้น สัปดาห์ที่ 16 ผลผลิตใน T4 มีผลผลิตน้อยที่สุดเฉลี่ย 12 ต้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T2 ซึ่งมีผลผลิตมากที่สุดเฉลี่ย 30.34 ต้น (ดังตารางที่ 6 และภาพที่ 11)

ตารางที่ 6 ผลผลิตของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot (ต้น)

| Treatment | สัปดาห์ที่ 2 | สัปดาห์ที่ 4 | สัปดาห์ที่ 6 | สัปดาห์ที่ 8 | สัปดาห์ที่ 10 | สัปดาห์ที่ 12 | สัปดาห์ที่ 14 | สัปดาห์ที่ 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T1 | 30.67 | 31.67 | 38.00 | 36.00 $^{A}$ | 41.33 $^{AB}$ | 38.00 | 26.67 | 21.67 $^{B}$ |
| T2 | 29.00 | 32.67 | 40.01 | 35.34 $^{A}$ | 45.67 $^{A}$ | 38.67 | 30.34 | 30.34 $^{A}$ |
| T3 | 33.00 | 25.33 | 44.67 | 27.67 $^{B}$ | 43.67 $^{A}$ | 33.67 | 37.67 | 23.00 $^{B}$ |
| T4 | 28.00 | 25.67 | 42.00 | 24.67 $^{B}$ | 26.33 $^{B}$ | 25.00 | 37.67 | 12.00 $^{C}$ |
| Mean | 30.17 | 28.83 | 41.17 | 30.92 | 39.25 | 33.83 | 33.08 | 21.75 |
| CV% | 16.27 | 17.80 | 29.78 | 11.32 | 20.71 | 27.04 | 20.30 | 17.61 |

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 11 ผลผลิตของพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelot

7.ปริมาณธาตุอาหารในน้ำตัวอย่างก่อนปรับปุ๋ย

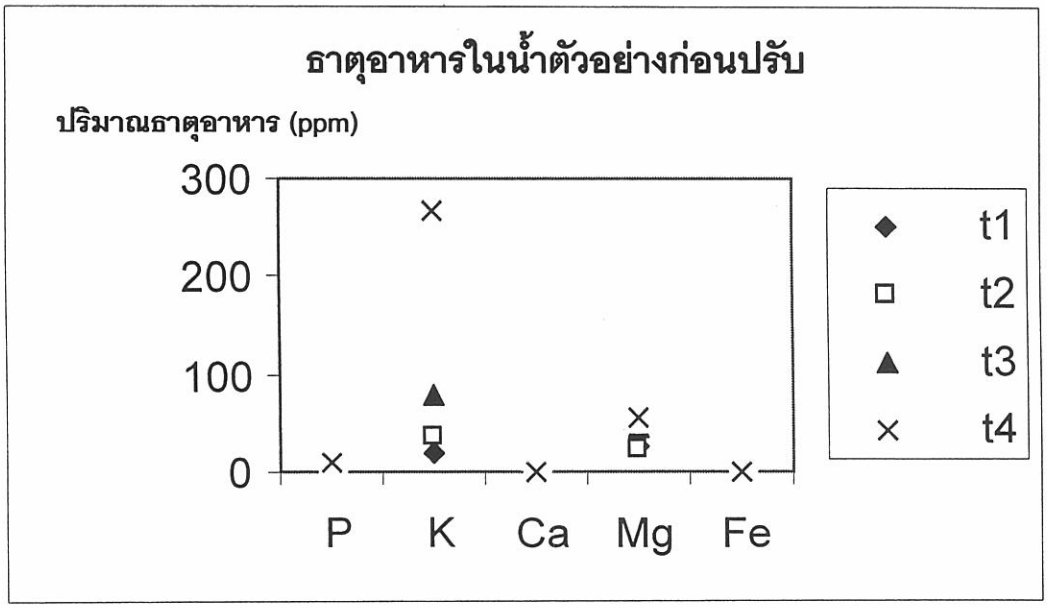
ปริมาณฟอสฟอรัสของทุกการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ปริมาณโพแทสเซียม แมกนีเซียม และเหล็กในน้ำตัวอย่าง T1 และ T2 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T4 ซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียม แมกนีเซียม และเหล็กมากที่สุดเฉลี่ย 268,55.50 และ 0.18 ppm ตามลำดับ และปริมาณแคลเซียมในน้ำตัวอย่างของทุกการทดลองแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยปริมาณแคลเซียมในน้ำตัวอย่างของ T4 มีปริมาณแคลเซียมมากที่สุดเฉลี่ย 1.61 ppm และ T1 มีปริมาณแคลเซียมน้อยที่สุดเฉลี่ย 1.04 ppm (ตารางที่ 7 และภาพที่ 12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ปริมาณธาตุอาหาร (ppm) ที่อยู่ในน้ำตัวอย่างก่อนปรับปุ๋ย

| Treatment | P | K | Ca | Mg | Fe |
|---|---|---|---|---|---|
| T1 | 9.07 | 20.09 $^{C}$ | 1.04 $^{C}$ | 26.38 $^{C}$ | 0.09 $^{C}$ |
| T2 | 8.89 | 36.88 $^{C}$ | 0.61 $^{D}$ | 23.75 $^{C}$ | 0.07 $^{C}$ |
| T3 | 9.08 | 78.00 $^{B}$ | 1.26 $^{B}$ | 46.00 $^{B}$ | 0.20 $^{B}$ |
| T4 | 10.70 | 268.00 $^{A}$ | 1.61 $^{A}$ | 55.50 $^{A}$ | 0.35 $^{A}$ |
| Mean | 9.44 | 100.74 | 1.13 | 37.91 | 0.18 |
| CV% | 29.86 | 29.68 | 15.99 | 13.77 | 17.29 |

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %




ภาพที่ 12 ปริมาณธาตุอาหารในน้ำตัวอย่างก่อนปรับปุ๋ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.ปริมาณธาตุอาหารในน้ำตัวอย่างหลังปรับปุ๋ย

ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำตัวอย่างของ T4 มีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุดเฉลี่ย 11.86 ppm และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T1 ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยที่สุดเฉลี่ย 6.98 ppm

ปริมาณโพแทสเซียม และเหล็กในน้ำตัวอย่างของทุกการทดลองแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยปริมาณโพแทสเซียม และเหล็กในน้ำตัวอย่างของ T4 มีปริมาณโพแทสเซียม และเหล็กมากที่สุดเฉลี่ย 521.86 และ 1.75 ppm ตามลำดับ และ T1 มีปริมาณโพแทสเซียม และเหล็กน้อยที่สุดเฉลี่ย 61.14 และ 0.67 ppm ตามลำดับ

ปริมาณแคลเซียมในน้ำตัวอย่างของทุกการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

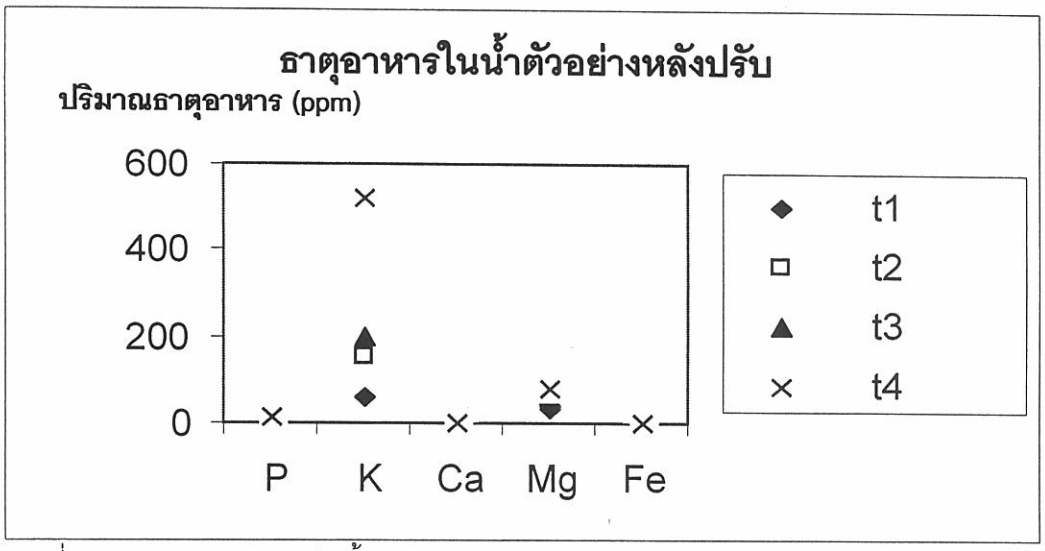
ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำตัวอย่างของ T4 มีปริมาณแมกนีเซียมมากที่สุดเฉลี่ย 80.86 ppm และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ T1 ซึ่งมีปริมาณแมกนีเซียมน้อยที่สุดเฉลี่ย 33.57 ppm (ตารางที่ 8 และภาพที่ 13)

ตารางที่ 8 ปริมาณธาตุอาหาร (ppm) ที่อยู่ในน้ำตัวอย่างหลังปรับปุ๋ย

| Treatment | P | K | Ca | Mg | Fe |
|---|---|---|---|---|---|
| T1 | 6.98 $^{C}$ | 62.14 $^{D}$ | 1.78 | 33.57 $^{C}$ | 0.67 $^{D}$ |
| T2 | 8.08 $^{BC}$ | 148.57 $^{C}$ | 2.06 | 60.43 $^{B}$ | 0.88 $^{C}$ |
| T3 | 9.72 $^{AB}$ | 195.14 $^{B}$ | 2.36 | 56.71 $^{B}$ | 1.14 $^{B}$ |
| T4 | 11.86 $^{A}$ | 521.86 $^{A}$ | 2.37 | 80.86 $^{A}$ | 1.75 $^{A}$ |
| Mean | 9.16 | 231.93 | 2.14 | 57.89 | 1.11 |
| CV% | 16.99 | 16.19 | 22.824 | 9.64 | 7.09 |

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 13 ปริมาณธาตุอาหารในน้ำตัวอย่างหลังปรับปุ๋ย

9.ปริมาณธาตุอาหารในพืช

ปริมาณไนโตรเจนในพืช T1 และ T2 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T4 ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนมากที่สุดเฉลี่ย 4.11%

ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในพืชของทุกการทดลองแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่ง T4 มีปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมากที่สุดเฉลี่ย 0.22% และ 5.44 ppm ตามลำดับ และ T1 มีปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.10%และ 1.38 ppm ตามลำดับ

ปริมาณแคลเซียมในพืช T2 ปริมาณแคลเซียมน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.27 ppm และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ T3 ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมมากที่สุดเฉลี่ย 0.49 ppm

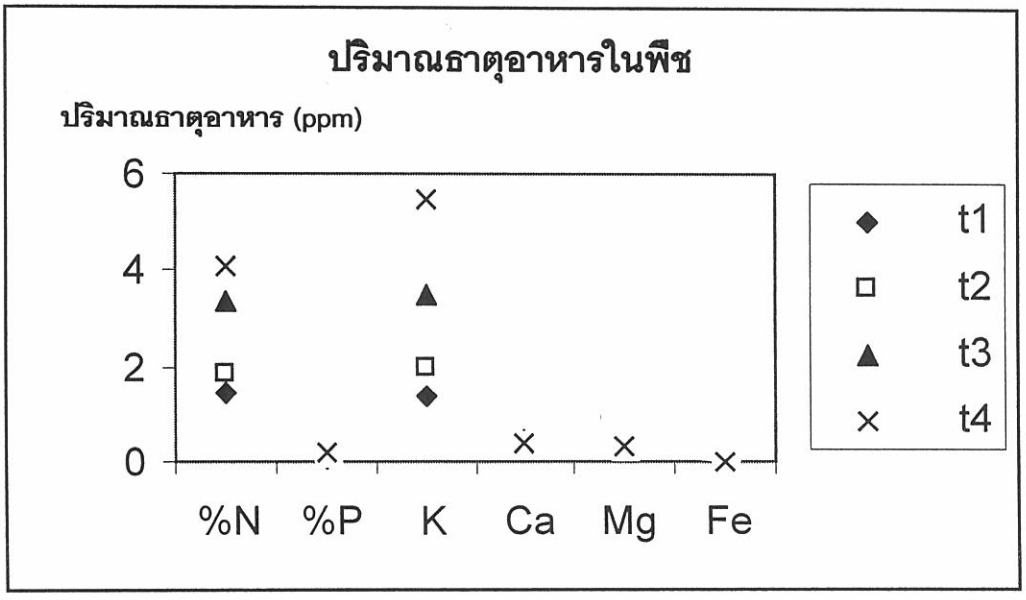
ปริมาณแมกนีเซียม และเหล็กในพืชของทุกการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9 และภาพที่ 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในต้นพืชพรรณไม้น้ำอเมซอน Ozelots

| Treatment | %N | %P | K | Ca | Mg | Fe |
|---|---|---|---|---|---|---|
| T1 | 1.46 $^{C}$ | 0.10 $^{D}$ | 1.38 $^{D}$ | 0.42 $^{AB}$ | 0.29 | 0.02 |
| T2 | 1.82 $^{C}$ | 0.12 $^{C}$ | 1.98 $^{C}$ | 0.27 $^{B}$ | 0.26 | 0.02 |
| T3 | 3.39 $^{B}$ | 0.17 $^{B}$ | 3.52 $^{B}$ | 0.49 $^{A}$ | 0.30 | 0.02 |
| T4 | 4.11 $^{A}$ | 0.22 $^{A}$ | 5.44 $^{A}$ | 0.33 $^{AB}$ | 0.32 | 0.03 |
| Mean | 2.70 | 0.15 | 3.08 | 0.38 | 0.29 | 2.25 |
| CV% | 7.70 | 4.95 | 3.25 | 26.49 | 20.37 | 31.43 |

ในคอลัมน์เดียวกันอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %




ภาพที่ 14 ปริมาณธาตุอาหารในพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาระดับของสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ จากการทดลองสรุปได้ว่า จำนวนใบ ความสูง ผลผลิตและของพืชทุกการทดลองมีจำนวนใบไม่แตกต่างกัน พืชที่ปลูกใน EC = 1.5 mS/cm มีความกว้าง และความยาวใบมากที่สุดเฉลี่ย 8.4 และ 14.63 cm น้ำหนักสดของต้นพืช ราก และน้ำหนักแห้งใน EC = 1.5 mS/cm มีน้ำหนักมากที่สุดเฉลี่ย 135.67 , 579.90 และ 20.76 กรัม ตามลำดับ ซึ่งการที่ให้ผลที่ขัดแย้งกับการทดลองของ (อิทธิสุนทร,2535) ในการทดลองเรื่องอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหารพืช ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล็อกซิเนียที่ปลูกโดยไม่ใช้ดินที่ว่าความเข้มข้นสารละลาย 2 mS/cm เป็นระดับความเข้มข้น ที่เหมาะสม ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล็อกซิเนียมากที่สุด ในขณะที่น้ำหนักแห้งของรากใน EC = 2 mS/cm มีน้ำหนักมากที่สุดเฉลี่ย 210.32 กรัม และปริมาณธาตุอาหารก่อนปรับ หลังปรับให้ผลสอดคล้องกันและใน EC = 1 mS/cm มีปริมาณธาตุอาหารน้อยที่สุดเฉลี่ย 11.33,21.03 และ 21.03 ppm ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลจาก การขาดธาตุอาหารพืช(อิทธิสุนทร,2535) ในขณะที่ใน EC = 3 mS/cm มีปริมาณมากที่สุดเฉลี่ย 65.23,123.74 และ 103.74 ppm ตามลำดับ เป็นผลจาก ความเข้มข้นของเกลือมากเกินไป (อิทธิสุนทร,2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2536. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง หน้า146

อิทธิสุนทร นันทกิจ, อิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล็อกซิเนียที่ปลูกโดยไม่ใช้ดิน[http://www.kmitl.ac.th/soilkmitl/ research /research8.html] 23 กุมภาพันธ์ 2549

การปลูกพืชไร้ดิน [www3.dpu.ac.th/clinictech/detail_menu1.asp] 25 กุมภาพันธ์ 2549

นิพนธ์ ไชยมงคล, การปลูกพืชไร้ดิ[http://www.agricprod.mju.ac.th/vegetable/File_link/hydroponics.pdf] 23 กุมภาพันธ์ 2549

กาญจนรี พงษ์ฉวี, การปลูกพรรณไม้น้ำในแปลงเพาะพันธุ์ [http://www.nicaonline.com/articles5/site/view_article.asp?idarticle=96]

อิทธิสุนทร นันทกิจ, การปลูกพืชในวัสดุปลูก (Substrate culture)[http://www.kmitl.ac.th/hydro /Substratdoc.htm]

ดิเรก ทองอร่าม, แหล่งอาหารของพืชที่ไม่ใช้ดิน[http://www.stou.ac.th/Thai/Offices/Oce/Knowledge/2-45/page3-2.html] 25 กุมภาพันธ์ 2549

ธรรมศักดิ์ ทองเกตุและนายจตุรงค์ จันทร์สี่ทิศ, การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบประหยัด[http://www.doae.go.th/LIBRARY/html/detail/KUmagazine/september_44/kanpluk/plant.htm ] 23 กุมภาพันธ์ 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้