ผลของการฉีดพ่นใบด้วยฮอร์โมนจิบเบอเรลลิคแอซิคและการเติมสารละลายปุ๋ยในอาหารเพาะเลี้ยงไม้น้ำอนูเบียส (*Anubias barteri* var. *barteri*) ด้วยระบบอัตโนมัติ

Effects of Gibberellic Acid Spraying on Levf and Filling Fertiltzer Solution in *Anubias barteri* var. *barteri* Culture with Automatic System

นางสาวพิรญาณ์ วงษ์ขยาย

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังวิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษปีการศึกษา 2563

รับที่...../.....
งานทะเบียนและประมวลผล

เรื่อง

ผลของการฉีดพ่นใบด้วยฮอร์โมนจิบเบอเรลลิคแอซิคและการเติมสารละลายปุ๋ยในอาหารเพาะเลี้ยงไม้น้ำอนูเบียส (*Anubias barteri* var. *barteri*) ด้วยระบบอัตโนมัติ

Effects of Gibberrellic Acid Spraying on Levf and Filling Fertiltzer Solution in *Anubias barteri* var. *barteri* Culture with Automatic System

ผู้จัดทำ

นางสาว พิรญาณ์ วงษ์ขยาย

นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เห็นชอบ/รับรอง

.....

(อาจารย์จักรพงษ์ ศรีพนมยม)

อาจารย์ที่ปรึกษา

โครงงานพิเศษนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษ

เรื่อง

ผลของการฉีดพ่นใบด้วยฮอร์โมนจิบเบอเรลลิคแอซิคและการเติมสารละลายปุ๋ยในอาหารเพาะเลี้ยงไม้น้ำอนูเบียส (*Anubias barteri* var. *barteri*) ด้วยระบบอัตโนมัติ

Effects of Gibberellic Acid Spraying on Levf and Filling Fertiltzer Solution in *Anubias barteri* var. *barteri* Culture with Automatic System

โดย

นางสาว พิรญาณ์ วงษ์ขยาย

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร (หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ)
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ
ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	ผลของการฉีดพ่นใบด้วยฮอร์โมนจิบเบอเรลลิคแอซิคและการเติมสารละลายปุ๋ยในอาหารเพาะเลี้ยงไม้น้ำอนูเบียส (*Anubias barteri* var. *barteri*) ด้วยระบบอัตโนมัติ
โดย	นางสาว พิรญาณ์ วงษ์ขยาย
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ
คณะ	วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์จักรพงษ์ ศรีพนมยม

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการฉีดพ่นใบด้วยฮอร์โมนจิบเบอเรลลิคแอซิคและการเติมสารละลายปุ๋ยในอาหารเพาะเลี้ยงไม้น้ำอนูเบียส (*Anubias barteri* var. *barteri*) ด้วยระบบอัตโนมัติ วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ชุดการทดลอง คือ ชุดการทดลองที่ 1 ถังเพาะเลี้ยงต้นไม้น้ำอนูเบียสบาเทอรี่ด้วยระบบอัตโนมัติในการฉีดพ่นฮอร์โมนและเติมสารละลายปุ๋ยอัตโนมัติทั้งหมด ชุดการทดลองที่ 2 เพาะเลี้ยงต้นไม้น้ำอนูเบียสบาเทอรี่ด้วยระบบเติมสารละลายปุ๋ยอัตโนมัติและฉีดพ่นฮอร์โมนจิบด้วยมือ ชุดทดลองที่ 3 ถังเพาะเลี้ยงต้นไม้น้ำอนูเบียสบาเทอรี่ด้วยการฉีดฮอร์โมนและเติมสารละลายปุ๋ยด้วยมือ เพาะปลูกอนูเบียสด้วยการใช้ฮอร์โมนจิบเบอเรลลินในการพ่นใบในช่วงเวลา 08.00 และ 18.00 น. ในทุกๆ วัน และการเติมสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำที่ระดับความเข้มข้น (EC) 350 มิลลิซีเมน/เซนติเมตร เพาะปลูกอนูเบียสจำนวน 48 ต้น/กระบะ โดยใช้ต้นอนูเบียสขนาดเท่าๆ กัน อายุ 3 เดือน มีจำนวนใบ 8-12 ใบ/ต้น สุ่มวัดค่าความเจริญเติบโต 16ต้น/ชุดการทดลอง โดยวัดค่าความเจริญเติบโตที่ จำนวนใบ ความยาวใบ ความกว้างใบ จำนวนราก ความยาวราก และจำหนวนหน่อ มีอุณหภูมิ 32±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 60-80 % ระยะเวลาในการทดลอง 1 เดือน เมื่อนำแต่ละค่าที่วัดได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าความแตกต่างทางสถิติในระหว่างชุดการทดลองทั้ง 3 ชุดการทดลองโดยทุกชุดการทดลองมีอัตราการรอดตาย 100 % อนูเบียสที่ฉีดพ่นใบด้วยฮอร์โมนจิบเบอเรลลินและเติมสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำ ให้ผลการเจริญเติบโตทางรากและหน่อในชุดการทดลองที่ 1 ที่เป็นชุดการทดลองด้วยระบบอัตโนมัติทั้งหมดให้ผลการเจริญเติบโตของอนูเบียสสูงสุด เพราะมีค่าการเจริญเติบโตในวันที่ 21 หรือวันสุดท้ายของการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยความเจริญเติบโตที่แตกต่างคือ ความยาวของรากและจำนวนหน่อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: อนูเบียส , จิบเบอเรลลิน , สารละลายปุ๋ยเคมี

พิรญาณ์ .....

ลายมือชื่อนักศึกษา

.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title Effects of Gibberellic Acid Spraying on Levf and Filling Fertiltzer Solution in *Anubias barteri* var. *barteri* Culture with Automatic System

Author Miss. Piraya Wongkayai

Major Fishery Science and Aquatic Resources

Faculty Prince of Chumphon Campus

Advisor Mr. Jakkrapong Sripanomyom

Abstract

The effect of leaf spraying with gibberellic acid and filling fertilizer solution to Anubias aquatic (*Anubias barteri* var. *barteri*) Culture with automatic system. The CRD experiment was planned with 3 treatments include 1. Anubias Bathery aquatic plant culture tray with Sensor system for spraying gibberellic acid and filling fertilizer nutrient solution with automatic system 2. Anubias Bathery aquatic Plant culture tray with filling fertilizer nutrient solution with automatic system and spraying gibberellic acid with manual system 3. Anubias Bathery aquatic plant culture tray with spraying gibberellic acid and filling fertilizer nutrient solution with manual system. Anubius was cultivated with gibberellic acid on leaf spraying at 08.00 and 18.00 daily and filling fertilizer nutrient solution in water at concentration of 350 millicement/centimeter. 48 Anubias plants/tray were cultivated by using equal sized aged 3 months and 8-12 leaves/plants. Randomly measure growth 16 plants/treatment at temperature 32 ±2 ˚C, average relative humidity 60-80% and experimental period 1 month. When each measured value was statistically analyzed, statistical differences were found between the 3 treatments, all treatment had a 100% Anubias sprayed leaves with gibberellins and added a solution of chemical fertilizer in water. Root and shoot growth results in Trial 1, an all-automated set, showed anubias growth on the 21st or the last day of the highest experiment. It was found that the mean The different growth is Root length and number of shoots statistically significant

Keywords : Anubias **,** Gibberellin , Fertiltzer Solution

Piraya

.....

Student's signature

.....

Advisor's signature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การจัดทำโครงงานพิเศษในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี จากการสนับสนุนของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังวิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ขอขอบพระคุณอาจารย์จักรพงษ์ ศรีพนมยม ที่ช่วยในการให้ คำปรึกษา แนะนำ และการแก้ไขปัญหาในการทำงานโครงงานพิเศษครั้งนี้ และขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำทุกท่าน ที่ให้ความรู้และคอยให้คำชี้แนะแนวทางในระหว่างการทำโครงงานพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ ๆ นักวิทยาศาตร์ประจำห้องปฏิบัติการทุก ๆ ท่าน นาย ภูมิเกียรติ จันทรานนท์ รุ่นพี่หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรางน้ำ ที่สอน แนะนำ และช่วยแก้ปัญหาในการทำระบบอัตโนมัติ ช่วยแนะแนวทางในการใช้อุปกรณ์ในการทำระบบอัตโนมัติ ขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือตลอดการทำโครงงานพิเศษนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อภัทราวุธ คุณแม่ฐิติมา และครอบครัววงษ์ขยายที่สนับสนุนทางการศึกษา ช่วยเหลือและให้คำแนะนำ สนับสนุนทั้งกำลังกาย และเป็นกำลังใจให้ตลอดเวลาจนทำให้โครงงานพิเศษนี้สำเร็จสมบูรณ์

พิรญาณ์ วงษ์ขยาย

กรกฎาคม 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
คำนิยม	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
พรรณไม้น้ำ	3
ลักษณะทางพฤกศาสตร์ของพรรณไม้น้ำ	3
ชนิดของอนูเบียส	4
การขยายพันธุ์ไม้น้ำอนูเบียสเชิงพาณิชย์	10
การปลูกไม้น้ำโดยไม่ใช้ดิน	10
การใช้สารละลายธาตุอาหารเพื่อเพาะปลูกไม้น้ำ	14
ฮอร์โมนพืช (Plant Hormone หรือ Phytohormone)	15
ความต้องการธาตุอาหารของอนูเนียส	20
การใช้สารละลายปุ๋ยร่วมกับการปลูกพืชไร้ดิน (DFT)	20
ระบบอัจฉริยะทางการเกษตร	21
อุปกรณ์และวิธีการ	24
อุปกรณ์	24
วิธีการ	25
ผลและวิจารณ์	32
ผล	32
วิจารณ์	43
สรุปและข้อเสนอแนะ	44
สรุป	44
ข้อเสนอแนะ	45
เอกสารและแหล่งอ้างอิง	46
ภาคผนวก	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของอนูเบียส	32
2	ลักษณะของไม้น้ำอนูเบียสวันเริ่มต้นในชุดการทดลองที่ 1	34
3	ลักษณะของไม้น้ำอนูเบียสวันเริ่มต้นในชุดการทดลองที่ 2	38
4	ลักษณะของไม้น้ำอนูเบียสวันเริ่มต้นในชุดการทดลองที่ 3	
5	ลักษณะของไม้น้ำอนูเบียสวันสิ้นสุดในชุดการทดลองที่ 1	39
6	ลักษณะของไม้น้ำอนูเบียสวันสิ้นสุดในชุดการทดลองที่ 2	40
7	ลักษณะของไม้น้ำอนูเบียสวันสิ้นสุดในชุดการทดลอที่ 3	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะทั่วไปของ *Anubias afzelii*	4
2	ลักษณะทั่วไปของ *Aunbias barteri* var. *barteri*	5
3	ลักษณะทั่วไปของ *Aunbias barteri* var. *angustifolia*	5
4	ลักษณะทั่วไปของ *Aunbias barteri* var. *caladiifolia*	6
5	ลักษณะทั่วไปของ *Aunbias barteri* var. *glabra*	6
6	ลักษณะทั่วไปของ *Aunbias barteri* var. *nana*	7
7	ลักษณะทั่วไปของ *Anubias gracilis*	7
8	ลักษณะทั่วไปของ *Anubias hastifolia*	8
9	ลักษณะทั่วไปของ *Anubias heterophylla*	8
10	ลักษณะทั่วไปของ *Anubias pynaertii*	9
11	โรงเรือนเพาะปลูกอนูเบียสระบบปลูกพืชไม่ใช่ดินแบบ DFT	25
12	ชุดการทดลองเพาะปลูกไม้น้ำอนูเบียสด้วยระบบอัตโนมัติ	26
13	ระบบพ่นฮอร์โมนอัตโนมัติ	26
14	ชุดถังใส่ปุ๋ยและถังฮอร์โมนที่ควบคุมผ่านระบบอัตโนมัติ	27
15	ถังเพาะลี้ยงไม้น้ำอนูเบียสด้วยระบบอัตโนมัติ	27
16	การปลูกอนูเบียสลงกระบะเพาะปลูกในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ DFT	28
17	ฮอร์โมนจิบเบอเรลลิคแอซิคที่ใช้ในการฉีดพ่น	28
18	ปุ๋ยยูเรียและปุ๋ย NPK ที่ใช้สำหรับการเพาะเลี้ยงไม้น้ำอนูเบียส	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
19	ค่าเฉลี่ยของจำนวนใบ ความยาวใบ ความกว้างใบ ของไม้น้ำอนูเบียส	42
20	ค่าเฉลี่ยของ จำนวนหน่อ จำนวนราก ความยาวรากของไม้น้ำอนูเบียส	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

พรรณไม้น้ำสวยงามเป็นพืชเศรษฐกิจอีกชนิหนึ่งที่ได้รับความนิยมทั้งในและต่างประเทศเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีการส่งออกไปต่างประเทศอย่างกว้างขวางโดยพรรณไม้น้ำที่มีความต้องการของตลาดส่งออกได้แก่ อนูเบียส (Anubias) (พวงผกา, 2546) ซึ่งกรมวิชาการเกษตรรายงานสถิติการส่งออกอนูเบียสของไย ในปี 2560 มีปริมาณ 445,759 ต้น ซึ่งมีมูลค่าถึง 12,192,676 บาท ที่มีการส่งออกรองจาก Elodea และ Hygrophila (กรมวิชาการเกษตร, 2559) เนื่องจากอนูเบียสเป็นพรรณไม้น้ำที่เจริญเติบโตช้า เนื่องจากขยายพันธุ์โดยวิธีตัดแยกหน่อซึ่งทำได้ช้า จึงทำให้การผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด (สุกัญญา, 2548) ที่ผ่านมาการเพาะปลูกพรรณไม้น้ำแบบดั้งเดิมจะปลูกในแปลงดินหรือปลูกในที่โล่งแจ้ง มักพบปัญหาการเกิดโรค แมลง ศัตรูพืชรวมถึงไส้เดือนฝอยบางชนิด โดยมุ่งหวังให้การใช้ฮอร์โมนจิบเบอเรลลินเพื่อการเติบโตไม้น้ำอนูเบียส เนื่องจากจิบเบอเรลลินเป็นสารควบคุมการเจริญ เติบโตของพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช หลากหลาย ได้แก่ ส่งเสริมการขยายขนาดเซลล์และ การยืดยาวของลำต้น เร่งการออกดอก ชักนำให้เกิด การสร้างดอกตัวผู้มากขึ้น (Techapinyawat, 2001) นอกจากนี้แล้ว ยังมีบทบาทสำคัญในการ ควบคุมการติดผล การเจริญเติบโตของผล และการขยาย ขนาดของผล (Moore *et al.,* 1995) และการเติมสารละลายปุ๋ยที่ไม้น้ำอนูเบียสต้องการธาตุอาหารในปริมาณมากในการเจริญเติบโต ธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อไม้น้ำอนูเบียสคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้มีความสำคัญในต่อการเจริญเติบโต การเร่งใบและลำต้นให้เจริญได้ดี แต่ถ้าหากใช้ธาตุอาหารมากเกินไปจะเป็นอันตรายต่อพรรณไม้น้ำได้เช่นกัน (Kostich, 1999) การนำธาตุอาหารไปใช้ของพืชในลักษณะของสารละลายธาตุอาหาร คือการเตรียมความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารให้แก่พืช ซึ่งเมื่อสารละลายธาตุอาหารถูกสัมผัสกับรากพืช รากพืชจะมีการดูดใช้สารละลายธาตุอาหารเพื่อนำไปใช้ผ่านทางราก ลำต้น ใบ (Nuntagij *et al,* 2001)

การฉีดพ่นฮอร์โมนในทุกๆ วันเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของไม้น้ำต้องใช้แรงงานและใช้เวลาในกรฉีดพ่น อีกทั้งการเติมสารละลายปุ๋ยเคมีต้องใช้ทั้งเวลาในการวัดค่าก่อนการเติมปุ๋ยและยังต้องสังเกตุค่าความเข้มข้นของสารละลายปุ๋ยเคมีในตรงกับค่าที่ตั้งไว้ ดังนั้นจึงได้มีแนวคิดในการนำชุดต้นแบบการฉีดฮอร์โมนและเติมสารละลายปุ๋ยอัตโนมัติมาปรับใช้ในการเพาะเลี้ยงไม้น้ำอนูเบียส เพื่อช่วยทำให้การจัดการของการทำงานสะดวกยิ่งขึ้น มีข้อมูลที่แม่นยำ สามารถกำหนดเวลา อัตราการฉีดและปริมาณของฮอร์โมนและสารละลายปุ๋ยได้อย่างแม่นยำ ถี่ถ้วนและสม่ำเสมอ และเพื่อลดต้นทุนในการทำงาน ลดแรงงาน ลดต้นทุนการผลิต มีความสม่ำเสมอ ทำให้การทำงานสะดวกสบายยิ่งขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและผลผลิตของไม้น้ำอนูเบียสมากขึ้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของต้นไม้น้ำอนูเบียส *(Anubias barteri* var*. barteri)* ที่ได้จากการฉีดพ่นใบด้วยฮอร์โมนจิบเบอเรลลินด้วยระบบอัตโนมัติ

2.เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของต้นไม้น้ำอนูเบียส *(Anubias barteri* var*. barteri)* ที่ได้จากการเติมสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำด้วยระบบอัตโนมัติ

3.เพื่อเปรียบเทียบการทำระหว่างระบบอัตโนมัติ การทำงานร่วมกับระบบอัตโนมัติ และ การทำงานด้วยมือทั้งหมด

ประโยชน์ที่คาดว่าน่าจะได้รับ

1. ทราบการเจริญเติบโตของต้นไม้น้ำอนูเบียส *(Anubias barteri* var*. barteri)* ที่ได้จากการฉีดพ่นใบด้วยฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน

2.ทราบการเจริญเติบโตของต้นไม้น้ำอนูเบียส *(Anubias barteri* var*. barteri)* ที่ได้จากการสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำด้วยระบบอัตโนมัติ

3.ทราบถึงการเจริญเติบของระบบอัตโนมัติ การทำงานร่วมกับระบบอัตโนมัติ และ การทำงานด้วยมือทั้งหมด

4.เพื่อใช้เป็นแนวทางการจัดการการทำงาน และในไปปรับใช้ในการเพาะเลี้ยงต้นไม้น้ำเชิงพาณิชย์ เพื่อลดแรงงาน ลดขั้นตอนการจัดการในการทำงาน ลดต้นทุนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

พรรณไม้น้ำอนูเบียส

Anubias เป็นชื่อที่ตั้งตามเทพเจ้าอนูบิส (Anubis) ซึ่งเป็นเทพเจ้าแห่งเงาของชาวอียิปต์โบราณพรรณไม้น้ำอนูเบียส อยู่ในวงศ์ Araceae มีถิ่นกำเนิดบริเวณเขตร้อนทวีปแอฟริกา

ลักษณะทางพฤกศาสตร์ของพรรณไม้น้ำ

รุ่งนภา (2558) รายงานลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพรรณไม้น้ำอนูเบียส (*Anubias barteri* var. *barteri*) ไว้ดังนี้

Kingdom : Plantae
Division : Angiosperms
Class : Monocots
Order : Alismatales
Family : Araceae
Genus : *Anubias*
Species : *barteri*
Variety : *barteri*

อนูเบียสที่ได้รับความนิยมชนิดหนึ่งได้แก่ อนูเบียสใบกว้าง (Anubias barteri var. barteri ‘Broad Leaf’) ซึ่งมีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกาตะวันตก มีความสูงของต้นในช่วง 7-16 เซนติเมตร มีใบกว้างประมาณ 11 เซนติเมตร ในธรรมชาติจะพบเจริญอยู่ในบริเวณที่มีความชื้น ร่ม แสงแดดปานกลาง อากาศเย็น อุณหภูมิประมาณ 22-28 องศาเซลเซียส อนูเบียสจัดเป็นไม้น้ำที่ขยายพันธุ์โดยการแตกหน่อ มีการขยายพันธุ์และเจริญเติบโตช้า ดอกเป็นช่อ แบบดอกย่อยไม่มีก้าน เกิดรวมกันเป็นแท่งบนก้าน ช่อดอก (spadix) มีใบประดับรองช่อดอก (spathe) ดอกย่อยเป็นดอกสมบูรณ์เพศหรือแยกเพศ โดยอยู่ปนกันหรือมี ดอกเพศเมียอยู่ตอนล่างและดอกเพศผู้อยู่ตอนบน ส่วนของดอกประกอบด้วย กลีบรวม 4-8 กลีบอยู่แยกกันหรือติดกัน เกสรเพศผู้ 2-4 หรือ 8 อัน อับเรณูมี 2 ช่อง เกสรเพศเมียมีรังไข่อยู่เหนือส่วนดอก (superior ovary) รังไข่มี 1 ถึงหลายช่อง ไข่อ่อนมีตั้งแต่ 1 ถึงหลายใบ ผลเป็นผลเดี่ยว แบบผลแห้งแก่แล้วแตก (capsule) หรือแบบผลสดที่มีเปลือกหนานุ่ม (berry) ปัจจุบันการขยายพันธุ์พืชให้มีปริมาณมากโดยไม่ทำให้พันธุ์กลายไปจากลักษณะดั้งเดิมจะใช้เทคนิคการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (plant tissue culture) คือการนำเอาส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช ไม่ว่าจะเป็นอวัยวะ (Organ) เนื้อเยื่อ (tissue) เซลล์ (cell) หรือเซลล์ที่ไม่มีผนังเซลล์ที่เรียกว่าโพรโตพลาสต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(protoplast) ของพืชมาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ (synthetic media) ซึ่งประกอบด้วยเกลือ แร่ธาตุ น้ำตาล วิตามิน และฮอร์โมนพืชในสภาพปลอดเชื้อ (aseptic condition) จากเชื้อราและแบคทีเรีย และในสภาพแวดล้อมที่ควบคุม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และแสงสว่าง

ชนิดของอนูเบียส

พรรณไม้น้ำที่พบมากในแอฟริกา (เขตร้อนชื้น) มีทั้งหมด 8 ชนิด (Species) จำนวน 12 สายพันธุ์ (Crusio, 1979) ดังนี้

1. *Anubias afzelii* (ภาพที่ 1) ลักษณะทั่วไปมีเหง้าคืบคลานหนา 1-4 เซนติเมตร ใบสีเขียวเข้มเป็นรูป ก้านมีความยาว 20 เซนติเมตร แผ่นใบยาว 13-35 เซนติเมตร มีความกว้าง 3-13 เซนติเมตร มีจำนวนใบ 5-8 ใบ ดอกจะออกในช่วงเดือนเมษายน-กรกฎาคม ชอบสภาแวดล้อมที่มีแสงน้อย พบแพร่กระจายในแอฟริกาตะวันตก ได้แก่ สาธารณรัฐเซเนกัล สาธารณรัฐกินี ประเทศเซียร์ราลีโอน และ ประเทศมาลีสามารถเจริญเติบโตได้ดีบริเวณริมฝั่งแม่น้ำ

ภาพที่ 1 ลักษณะทั่วไปของ *Anubias afzelii*
ที่มา: https://dustinsfishtanks.com/ anubias-afzelii

2. *Anubias barteri* var. *barteri* (ภาพที่ 2) ทั่วไปมีถิ่นกำเนิดบริเวณลำธารป่าฝนในแอฟริกาะวันตก มีขนาดแตกต่างกัน มีใบสีเขียวเข้มเป็นรูปไข่ ปลายเรียวแหลม ก้านมีความยาว 6-23 เซนติเมตร แผ่นใบยาว 7-23 เซนติเมตร มีความกว้าง 4-11 เซนติเมตร ดอกจะออกตลอดทั้งปี พบแพร่กระจายในแอฟริกา ได้แก่ ประเทศกินี ประเทศไลบีเรีย ประเทศโกตดิวัวร์ ประเทศไนจีเรีย เกาะเฟร์นันดู ประเทศแคเมอรูน ประเทศกาบอง และ สาธารณรัฐประชาธิปไตยคองโก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2 ลักษณะทั่วไปของ *Aunbias barteri* var. *barteri*
ที่มา: https://www.aquasabi.com/Anubias-barteri-var-barteri-Pot

3. *Anubias barteri* var. *angustifolia* (ภาพที่ 3) ลักษณะทั่วไปมีใบสีเขียวเข้มเป็นรูปรีใบหอก ก้านมีความยาว 4-32 เซนติเมตร แผ่นใบยาว 8-18 เซนติเมตร มีความกว้าง 5-91 เซนติเมตร ดอกจะออกตลอดทั้งปี พบแพร่กระจายในแอฟริกาตก ได้แก่ประเทศกินี และ ประเทศแคเมอรูน สามารถเจริญเติบโตได้ดีบริเวณฝั่งแม่น้ำ

ภาพที่ 3 ลักษณะทั่วไปของ *Aunbias barteri* var. *angustifolia*
ที่มา**:** http://www.plantsrescue.com/anubias-barteri-var-angustifolia

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. *Aunbias barteri* var. *caladiifolia* (ภาพที่ 4) ลักษณะทั่วไปมีใบสีเขียวเข้มเป็นหัวลูกศร ก้านมีความยาว 10-54 เซนติเมตร แผ่นใบยาว 10-23 เซนติเมตร มีความกว้าง 5-14 เซนติเมตร ดอกจะออกตลอดทั้งปี พบแพร่กระจายในแอฟริกา ได้แก่ ประเทศไนจีเรีย และ ประเทศแคเมอรูน สามารถเจริญเติบโตได้ดีบริเวณฝั่งแม่น้ำ

ภาพที่ 4 ลักษณะทั่วไปของ *Aunbias barteri* var. *caladiifolia*
ที่มา: https://www.plantsrescue.com/anubias-barteri-var-caladiifolia

5. *Aunbias barteri* var. *glabra* (ภาพที่ 5) ลักษณะทั่วไปมีใบสีเขียวเข้มเป็นรูปไข่ ก้านมีความยาว 6-43 เซนติเมตร แผ่นใบยาว 21เซนติเมตร มีความกว้าง 1.5-9 เซนติเมตร ดอกจะออกตลอดทั้งปี พบแพร่กระจายในแอฟริกา ได้แก่ประเทศกินี ประเทศไลบีเรีย ประเทศโกตดิวัวร์ ประเทศไนจีเรีย ประเทศแคเมอรูน ประเทศกาบอง และ สาธารณรัฐประชาธิปไตยคองโก สามารถเจริญเติบโตได้ดีบริเวณฝั่งแม่น้ำ

ภาพที่ 5 ลักษณะทั่วไปของ *Aunbias barteri* var. *glabra*
ที่มา**:** http://www.plantsrescue.com/anubias-barteri-var-glabra

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. *Aunbias barteri* var. *nana* (ภาพที่ 6) ลักษณะทั่วไปมีใบสีเขียวเข้มเป็นรูปไข่ ปลายใบเรียวแหลม ก้านมีความยาว 2-4 เซนติเมตร ก้านใบยาวกว่าแผ่นใบ 5 เท่า กว้าง 6 เซนติเมตร พบแพร่กระจายในแอฟริกา ได้แก่ ประเทศแคเมอรูน สามารถเจริญเติบโตได้ดีบริเวณฝั่งแม่น้ำ

ภาพที่ 6 ลักษณะทั่วไปของ *Aunbias barteri* var. *nana*
ที่มา: https://tropica.com/en/plants/plantdetails/Anubiasbarterivar.nana

7. *Anubias gigantean* ลักษณะทั่วไปมีเหง้าคืบหลานหนา 1-3 เซนติเมตร ใบสีเขียวเข้มเป็นรูปเงี่ยว ใบหอก แผ่นใบยาว 13-30 เซนติเมตร มีความกว้าง 5-14 เซนติเมตร ใบยาวจนถึงก้านมีความยาว 83 เซนติเมตร ดอกจะออกในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน พบแพร่กระจายในแอฟริกาตะวันตก ได้แก่ ประเทศเซเนกัล ประเทศเซียร์ราลีโอน ประเทศไลบีเรีย ประเทศโกตดิวัวร์ และ ประเทศโตโกสามารถเจริญเติบโตได้ดีบริเวณลำธารที่เป็นพื้นหิน

8. *Anubias gilletii* ลักษณะทั่วไปมีเหง้าคืบหลานหนา 1 เซนติเมตร ใบสีเขียวเข้มเป็นรูปลูกศร แผ่นใบยาว 30 เซนติเมตร มีความกว้าง 15 เซนติเมตร ใบยาวจนถึงก้านมีความยาว 83 เซนติเมตร ดอกจะออกในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน พบแพร่กระจายในแอฟริกา สามารถเจริญเติบโตได้ดีบริเวณฝั่งแม่น้ำ

9. *Anubias gracilis* (ภาพที่ 7) ลักษณะทั่วไปมีใบสีเขียวเข้มเป็นลูกศร แผ่นใบยาว 7-12 เซนติเมตร ก้านใบยาว 33 เซนติเมตร ดอกจะออกในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม พบแพร่กระจายในแอฟริกาตะวันตก ได้แก่ ประเทศเซเนกัล และ ประเทศเซียร์ราลีโอน สามารถเจริญเติบโตได้ดีบริเวณแอ่งน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7 ลักษณะทั่วไปของ *Anubias gracilis*

ที่มา: Crusio (1979); http://tropica.com/en/plants

10. *Anubias hastifolia* (ภาพที่ 8) ลักษณะทั่วไปมีเหง้าคืบหลานหนา 0.5-1.5 เซนติเมตร ใบสีเขียวเข้มเป็นรูปลูกศร ใบยาวจนถึงก้านมีความยาว 9-67 เซนติเมตร ดอกจะออกตลอดทั้งปี พบแพร่กระจายในแอฟริกา ได้แก่ ประเทศกานา ประเทศไนจีเรีย ประเทศแคเมอรูน ประเทศกาบอง และ ประเทศซาอีร์ สามารถเจริญเติบโตได้ดีบริเวณร่มรื่น บนฝั่งของน้ำตกในป่า

ภาพที่ 8 ลักษณะทั่วไปของ *Anubias hastifolia*

ที่มา: Crusio (1979); http://floridaaquatic.com/aquarium_plants_1.html6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. *Anubias heterophylla* (ภาพที่ 9) ลักษณะทั่วไปมีเหง้าคืบหลานหนา 5-17 มิลลิเมตร ใบสีเขียวเข้มเป็นรูปรีใบหอก แผ่นใบยาว 10-38 เซนติเมตร มีความกว้าง 3-13 เซนติเมตร ก้านมีความยาว 3-66 เซนติเมตร ดอกจะออกในช่วงเดือนกรกฎาคม-มีนาคม พบแพร่กระจายในแอฟริกา ได้แก่ ประเทศกินี ประเทศกาบอง ประเทศไลบีเรีย เมืองคาบินดา ประเทศแองโกลา และสาธารณรัฐประชาธิปไตยคองโก สามารถเจริญเติบโตได้ดีบริเวณลำธารที่เป็นพื้นหิน

ภาพที่ 9 ลักษณะทั่วไปของ *Anubias heterophylla*

ที่มา: Crusio (1979); https://www.aquasabi.de/wasserpflanzen/aufsitzer/anubias-heterophylla

12. *Anubias pynaertii* (ภาพที่ 10) ลักษณะทั่วไปมีเหง้าคืบหลานหนา 0.5-1.5 เซนติเมตร ใบสีเขียวเข้มเป็นรูปหอก แผ่นใบยาว 9-29 เซนติเมตร มีความกว้าง 4-14 เซนติเมตร ก้านมีความยาว 10-45 เซนติเมตร ดอกจะออกในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน พบแพร่กระจายในแอฟริกา ได้แก่ ประเทศกาบอง สาธารณรัฐประชาธิปไตยคองโก ประเทศไลบีเรีย และ ประเทศ ซีอาร์ สามารถเจริญเติบโตได้ดีบริเวณลำธาร และในแม่น้ำ

ภาพที่ 10 ลักษณะทั่วไปของ *Anubias pynaertii*

ที่มา: Crusio (1979); http://www.volkersaquarium.com/fish_and_plants/plants/Plant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขยายพันธุ์ไม้น้ำอนูเบียสเชิงพาณิชย์

พรรณไม้สวยงามจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญในปัจจุบันและมีความต้องการของตลาดเป็นจำนวนมาก แต่กำลังผลิตยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ การขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้ได้ผลผลิตมาก สามารถจัดจำแนกประเภทการขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำได้ 3 ประเภท (บุญดี, 2548)

1. การขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ

การขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยการใช้เมล็ดเป็นไปได้ยากมาก เนื่องจากส่วนใหญ่ไม่มีเมล็ด ซึ่งมีสาเหตุมาจากดอกตัวผู้และดอกตัวเมียเจริญเติบโตเต็มที่ไม่พร้อมกันโดยดอกตัวเมียมีการเจริญเติบโตเต็มที่ก่อนดอกตัวผู้ เมื่อดอกตัวผู้เจริญเต็มที่พร้อมที่จะผสมพันธุ์เป็นช่วงเวลาที่ส่วนล่างของกาบประดับหุ้มปิดดอกตัวเมียแล้ว จึงไม่เกิดการผสมของเกสร (Muhlberg, 1982)

2. การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการใช้ส่วนต่างๆ ของพืช โดยการแยกหน่อ หรือตัดแบ่งไรโซมออกเป็นชิ้นแล้วนำไปเพาะชำในสภาพครึ่งบกครึ่งน้ำ (พัฒน์, 2555) อนูเบียสจัดเป็นพรรณไม้น้ำที่มีการเจริญเติบโตช้ามากต้องการสภาพบรรยากาศที่มีความชื้นสูงในการเจริญเติบโต ดังนั้นการขยายพันธุ์จึงทำได้ช้าและได้ปริมาณน้อย (Rataj and Horeman, 1977)

3. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออนูเบียส

การนำเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมาใช้ในการขยายพันธุ์พืชเพื่อให้ได้ต้นพันธุ์จำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว เป็นวิธีการขยายพันธุ์ไม้น้ำโดยนำชิ้นส่วนต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น ยอด ใบ ดอก เมล็ด หรือเซลล์ นอกจากนี้ต้นพันธุ์ที่ได้ยังปราศจากโรค เมื่อนำไปปลูกจึงได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดี สม่ำเสมอมีปริมาณที่มากพอตามความต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศได้ตลอดทั้งปี ตลอดจนใช้เป็นวิธีการเก็บรักษา และรวบรวมพันธุ์เพื่อการอนุรักษ์และการพัฒนาพันธุ์ใหม่ๆ (อรดี, 2540)

การปลูกไม้น้ำโดยไม่ใช้ดิน

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Hydroponics/ Soilless Culture) เป็นวิธีการปลูกพืชเลียนแบบการปลูกพืชบนดินโดยปลูกพืชลงบนวัสดุอื่นๆ ที่ไม่ใช้ดิน เช่น แผ่นฟองน้ำ ทราย กรวด ขี้เลื่อย แกลบ ขุยมะพร้าว แทนดิน โดยพืชสามารถเจริญเติบโตบนวัสดุปลูกจากการได้รับสารละลายธาตุอาหารที่พืชต้องการจากทางราก หรือปลูกลงบนสารละลายธาตุอาหารพืช (อารักษ์, 2544) การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเมื่อนำไปใช้ในโรงเรือนแบบปิด (green house) จะเป็นการปลูกพืชแบบพัฒนาที่ใช้เทคโนโลยีระดับสูง ได้ผลผลิตปริมาณมาก ลดการใช้น้ำและพื้นที่เพาะปลูก ตลอดจนลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากมีการใช้น้ำหรือสารละลายธาตุอาหารในระบบหมุนเวียน (Jensen, 1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสำคัญของระบบ DFT ในการปลูกพรรณไม้น้ำ

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT เป็นเทคนิคการปลูกโดยให้รากพืชแช่อยู่ในภาชนะบรรจุสารละลายธาตุอาหาร (ลึก 15-20 เซนติเมตร กว้าง 50-80 เซนติเมตร และยาว 1-10 เซนติเมตร) หรือให้สารละลายธาตุอาหารไหลผ่านรากพืชในระดับลึก เป็นระบบที่มีการให้สารละลายธาตุอาหารพืชแบบหมุนเวียน รากพืชจะจุ่มอยู่ในสานละลายธาตุอาหารที่ไหลอย่างช้าๆ เพื่อเป็นการเพิ่มออกซิเจนให้กับรากพืชสามารถลดระดับน้ำให้น้อยลง ช่วยให้พืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วโดยระบบนี้จะเหมาะสำหรับการปลูกพรรณไม้น้ำเกือบทุกชนิด (อารัก, 2544)

ข้อดีและข้อเสียของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ DFT

อารัก (2544) รายงานข้อดีและข้อเสียของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ DFT ดังนี้

ข้อดี

1. อุณหภูมิของสารละลายค่อนข้างคงที่
2. ไม่ต้องมีเครื่องมือควบคุมการให้น้ำ
3. สามารถปลูกพืชได้ตลอดปี โดยไม่ต้องเสียเวลาในการเตรียมระบบปลูกใหม่

ข้อเสีย

1. การลดความร้อนในระบบทำได้ช้า เนื่องจากในระบบมีปริมาณน้ำค่อนข้างมาก
2. ค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากต้องใช้สารละลายธาตุอาหารจำนวนมากในการเตรียม
3. ใช้น้ำในปริมาณมาก

ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชไร้ดิน

1. ปัจจัยทางด้านพันธุกรรม

ยีน (gene) เป็นตัวกำหนดลักษณะต่างๆ ของพืช เช่น การเจริญเติบโตของพืช สี ความสูง ขนาด ความสามารถในการให้ผลผลิตของพืช ความสำคัญของปัจจัยด้านพันธุกรรมจะแสดงให้เห็นได้อย่างเด่นชัดในพันธุ์พืชที่เป็นลูกผสม (hybrid) อย่างไรก็ตาม พันธุ์พืชที่จะใช้กับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินโดยเฉพาะยังไม่มีหรือมีน้อยมาก (มนูญ, 2544)

2. ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม

อารักษ์ (2544) รายงานว่าพันธุกรรมแม้ว่าจะเป็นตัวกำหนดศักยภาพในการเจริญเติบโตหรือการให้ผลผลิตของพืช แต่การที่พืชจะเจริญเติบโตหรือให้ผลผลิตได้ถึงระดับที่ศักยภาพของพืชกำหนม ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งมีมากมายหลายชนิด แต่มีปัจจัยที่สำคัญๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 อุณหภูมิ (temperature) มีผลกระทบโดยตรงกับการสังเคราะห์แสง การหายใจ การดูดธาตุอาหาร การคายน้ำ และกิจกรรม ของเอนไซม์ต่างๆ ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้จะมีผลรวมต่อการเจริญเติบโตของพืช สำหรับการปลุกพืชไม่ใช้ดิน อุณหภูมิมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำได้จะลดลงทำให้ไม่มีออกซิเจนเพียงพอต่อการหายใจของราก (มนูญ, 2544)

2.2 ความชื้น (humidity) เป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของพืช ถ้าดินมีความชื้นสูงหรือต่ำเกินไปจะมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช หากรากไม่สามารถดูดน้ำได้ทันกับอัตราการคายน้ำของพืช จะทำให้การเจริญเติบโตของพืชชะงัก และเซลล์ของพืชไม่เต่งตึงเท่าที่ควร (อารักษ์, 2544)

2.3 แสง (light intensity) ตามธรรมชาติพืชจะใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานเพื่อทำให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ใบหรือส่วนที่มีสีเขียว โดยมีโคลอฟิลล์เป็นตัวรับแสงเพื่อเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ให้เป็นกลูโคสและก๊าซออกซิเจน ทั้งคุณภาพแสง ความเข้มข้นแสงและระยะเวลาที่พืชได้รับแสง ล้วนมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชที่ปลูกในบ้านหรือในเรือนทดลองอาจใช้แสงสว่างจากไฟฟ้าทดแทนแสงอาทิตย์ได้ แต่ก็เป็นการสิ้นเปลืองและการเจริญเติบโตไม่สมบูรณ์ (มนูญ, 2544)

2.4 อากาศ พืชใช้ก๊าซออกซิเจนในกระบวนการหายใจ เพื่อเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งถูกเก็บไว้ในรูปพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนกระบวนการเมตาโบลิซึมต่างๆ การหายใจของส่วนเหนือดินของพืชไม่มีปัญหาเพราะในบรรยากาศมีก๊าซออกซิเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ถึง 20% แต่สำหรับการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโปรนิกส์ รากพืชมักจะขาดออกซิเจน จึงจำเป็นต้องให้ออกซิเจนในจำนวนที่เพียงพอต่อความต้องการของพืชโดยการให้ในรูปของฟองอากาศที่แทรกอยู่ในสารละลายด้วยการใช้ปั๊มลม หรือใช้ระบบน้ำหมุนเวียน ถ้าในดอนหรือในวัสดุปลูกมีออกซิเจไม่เพียงพอ พืชจะมีรากยาว สีขาว และมีรากฝอยมาก (อารักษ์, 2544)

คุณสมบัติของน้ำสำหรับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

1. ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) มีผลทางอ้อมต่อการเจริญเติบโต เพราะเกี่ยวข้องกับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช นั่นคือ ค่า pH 5.6-6.5 เป็นช่วงที่ธาตุอาหารทุกธาตุมีประโยชน์สำหรับพืชปลูก สำหรับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินความเป็นประโยชน์ของธาตุเหล็กและสังกะสี จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนไปตามค่า pH ของสารละลายหรือการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง (มนูญ, 2544)

2. ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity; EC) ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน วัดความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารโดยวัดจากค่าการนำไฟฟ้า มีหน่วยเป็นมิลลิซีเมน/เซนติเมตร แสดงถึงปริมาณความเข้มข้นของสารละลาย การวัดค่าการนำไฟฟ้าจะทราบเพียงค่ารวมของการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารพืชเท่านั้น แต่ไม่ทราบค่าของสัดส่วนของธาตุอาหารใดธาตุอาหารหนึ่งที่อาจเปลี่ยนไปตามเวลา เนื่องจากพืชนำไปใช้หรือตกตะกอน (ราเชนทร์ และคณะ, 2548)

ธาตุอาหารพืชสำหรับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ธาตุอาหารที่พืชต้องการในการเจริญเติบโต มีทั้งหมด 16 ธาตุ แบ่งออกได้เป็น 2กลุ่มตามปริมาณที่พืชต้องการ คือ ธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก ประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณน้อย ประกอบด้วย โบรอน สังกะสี ทองแดง เหล็ก แมงกานีส โมลิบดินัม คลอรีน นอกจากนี้ยังมีธาตุที่น่าจะเป็นประโยชน์ต่อพืช แต่บทบาทของธาตุเหล่านั้นยังไม่เด่นชัด ธาตุเหล่านี้ได้แก่ โซเดียม (Na) ซิลิกอน (Si) นิเกิล (Ni) และเวเนเดียม (v) (วารินี, 2555)

<u>ไนโตรเจน (N)</u> เป็นธาตุที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของกรดอะมิโน โปรตีน นิวคลีโอไทด์ และคลอโรฟิลล์ สารประกอบเหล่านี้มีความสำคัญมากต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมของพืช (มนูญ, 2544)

<u>ฟอสฟอรัส</u> (P) พบในพืชประมาณ 0.1 – 0.4 % หรือน้อยกว่าไนโตรเจนประมาณ 10 เท่า ฟอสฟอรัสมีหน้าที่เกี่ยวกับการถ่ายเทพลังงาน ซึ่งเป็นกระบวนการทางสรีรวิทยาที่สำคัญอย่างยิ่ง พลังงานที่ได้จากการสังเคราะห์แสงและเมตาโบลิซึมของสารประกอบคาร์โบไฮเดรทจะถูกเก็บไว้ในรูปของสารประกอบฟอสเฟตสำหรับใช้ในการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของพืช นอกจากนั้นฟอสฟอรัสยังเป็นส่วนประกอบของ นิวคลีโอไทด์และฟอสโฟไลปิดอีกด้วย (อารักษ์, 2544)

<u>โพแทสเซียม (K)</u> มีอยู่ในพืชประมาณ 1.25 – 3% ในพืชที่ให้ผล เช่นมะเขือเทศ ความต้องการโพแทสเซียมจะสูงในช่วงพัฒนาการของผล การดูดใช้โพแทสเซียมในช่วงแรกจะสูงและลดลงอย่างรวดเร็วหลังพืชออกผล โพแทสเซียมไม่ได้เป็นองค์ประกอบอยู่ในโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ในพืช แต่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการทำงานด้านสรีรวิทยา เนื่องจากโพแทสเซียมจำเป็นต่อการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรท และการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลในพืช ควบคุมการเปิดปิดของปากใบและกระตุ้นการทำงานของเอมไซม์ (วารินี, 2555)

<u>แคลเซียม (Ca)</u> พบในพืชระหว่าง 0.5 – 2% ขึ้นกับชนิดของพืช อัตราการดูดธาตุแคลเซียมจะช้ากว่าโพแทสเซียม แต่จะค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงวงจรชีวิตพืช การดูดใช้แคลเซียมจะขึ้นกับอิออนตัวอื่นในสารละลายโดยเฉพาะเมื่อมีไนเตรท จะทำให้การดูดใช้แคลเซียมสูงขึ้น แคลเซียมมีหน้าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวกับความแข็งแรงของเนื้อเยื่อและเซลล์พืช และเป็นธาตุที่กระตุ้นให้เอมไซม์ทำงาน (มนูญ, 2544)

แมกนีเซียม (Mg) พบในพืชประมาณ 0.2 – 0.5% แมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการสังเคราะห์แสง นอกจากนั้นยังเป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์และมีส่วนช่วยในการเคลื่อนย้ายน้ำตาลภายในพืช (วารินี, 2555)

กำมะถัน (S) พบในพืชประมาณ 0.15-0.5% กำมะถันเป็นส่วนประกอบของกรดอะมิโนบางชนิดโปรตีน และโคเอนไซม์ (Co-enzyme) นักวิชาการหลายท่านมองว่า ความสัมพันธ์ระหว่างกำมะถันต่อไนโตรเจนมีความสำคัญกับพืชมากกว่าตัวกำมะถันเดี่ยวๆ ดังนั้นสัดส่วนระหว่างไนโตรเจนต่อกำมะถัน (N:S) น่าจะเป็นตัวบ่งบอกถึงความเพียงพอหรือขาดได้ดีกว่าปริมาณกำมะถันทั้งหมด (อารักษ์, 2544)

โบรอน (B) ช่วยในการออกดอกและผสมเกสร มีบทบาทสำคัญในการติดผลและการเคลื่อนย้ายน้ำตาลมาสู่ผล การเคลื่อนย้ายของฮอร์โมน การใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนและการแบ่งเซลล์ ถ้าพืชขาดธาตุนี้ ตายอดจะตายแล้วเริ่มมีตาข้าง แต่ตาข้างก็จะตายอีก ลำต้นไม่ค่อยยืดตัว กิ่งและใบจึงชิดกัน ใบเล็ก หนา โค้งและเปราะ (วารินี, 2555)

สังกะสี (Zn) ช่วยในการสังเคราะห์ฮอร์โมนออกซิน คลอโรฟิล์ และแป้ง ถ้าขาดธาตุนี้ ใบอ่อนจะมีสีเหลืองซีดและปรากฏสีขาวๆ ประปรายตามแผ่นใบ โดยเส้นใบยังเขียว รากสั้นไม่เจริญตามปกติ (มนูญ, 2544)

ทองแดง (Cu) ช่วยในการสังเคราะห์แสงของพืชนอกจากนี้ยังมีบทบาทในการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์และช่วยในการสร้างวิตามินเอในพืช (วารินี, 2555)

เหล็ก (Fe) เป็นส่วนประกอบของเฟอริดอกซิน (feridoxin) ซึ่งเป็นสารที่สำคัญในกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนรอนของพืช และยังเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ซึ่งสำคัญต่อการสังเคราะห์แสงของพืช (มนูญ, 2544)

แมงกานีส (Mn) กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ในการสร้างกรดไขมัน และกระตุ้นการแตกตัวของน้ำในกระบวนการสังเคราะห์แสง และช่วยในการสร้างคลอโรฟิลล์ ถ้าขาดธาตุนี้ใบอ่อนจะมีสีเหลืองในขณะที่เส้นใบยังเขียว ต่อมาใบที่มีอาการดังกล่าวจะเหี่ยวแล้วร่วงหล่น (อารักษ์, 2544)

โมลิบดินัม (Mo) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอมไซม์ 2 ชนิด คือ ไนโตรจีนัส (nitrogenase) ซึ่งสำคัญในการตึงไนโตรเจนจากอากาศและ ไนเตรท รีดักเตส (nitrate reductase) ซึ่งเกี่ยวกับการรีดิวซ์ไนเตรทให้เป็นไนไตร์ท ถ้าพืชขาดโมลิดินัมจะทำให้มีไนเตรทสะสมในพืช ยังผงให้พืชขาดไนโตรเจนได้ (วารินี, 2555)

คลอรีน (Cl) มีบทบาทบางประการเกี่ยวกับฮอร์โมนในพืช ถ้าขาดธาตุนี้พืชจะแห้งเหี่ยวง่าย ใบสีซีด และบางส่วนแห้งตาย (มนูญ, 2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้สารละลายธาตุอาหารเพื่อเพาะปลูกไม้น้ำ

มัลลิกา (2550) ศึกษาการเจริญเติบโตของอเมซอนแอฟริกา (*Echinodorus* K. Rataj) ที่ปลูกในระบบการปลูกพืชไร้ดินแบบ Deep Flow technique โดยการนำพรรณไม้น้ำอเมซอนแอฟริกาที่ได้จากการปลูกพืชไร้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนีย 3 ระดับ คือ 0.4, 0.8 และ1.2 มิลลิโมล/ลิตร เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าอเมซอนแอฟริกาที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย 1.2 มิลลิโมล/ลิตร ค่าการนำไฟฟ้าที่ 2.0 มิลลิซีเมน/เซนติเมตร และค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่อยู่ในช่วง 7.0-7.5 ทำให้อเมซอนแอฟริกาเจริญเติบโตดีที่สุด

ณัฐพร (2553) ศึกษาความต้องการธาตุอาหารที่เหมาะสมของอนูเบียส (*Anubias nana*) ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Deep Flow (DFT) โดยปรับค่าการนำไฟฟ้าขึ้นตามการเจริญเติบโต และรักษาระดับค่าการนำไฟฟ้าให้อยู่ในระดับ 2.0 มิลลิซีเมน/เซนติเมตร ใช้สูตรอาหารต่างกัน 5 สูตร คือ สูตรดัดแปลง Hoagland and Arnon, สูตรดัดแปลง MS, สูตรกาญจนรี, สูตรยุทธนา และสูตรมัลลิกา พบว่าอนูเบียสมีอัตราการรอดตายเท่ากันคือ 100% อนูเบียสที่เพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตรดัดแปลงมัลลิกาให้ผลด้านการเจริญเติบโตดีที่สุด

ฮอร์โมนพืช (Plant Hormone หรือ Phytohormone)

เฉลิมชัย (2547) กล่าวว่า สารเคมีที่สร้างขึ้นภายในต้นพืชเป็นสารสังเคราะห์ขึ้นโยกระยวนการทางชีวภาพ ในส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช และสามารถแสดงเห็นถึงลักษณะทางเคมี การเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช (Plant Growth and Development) เป็นกระบวนการที่สลับซับซ้อน และมีปัจจัยหลายด้านมาเกี่ยวข้อง ได้แก่

<u>ปัจจัยสภาพแวดล้อม</u> เช่นสง อุณหภูมิ ระดับความสูง ปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืช พืชแต่ละชนิด และการเจริญเติบโตและพัฒนา ต้องการปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

<u>ปัจจัยภายในต้นพืช</u> ได้แก่ สารพันธุกรรม เป็นตัวกำหนดลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต สารเคมีภายในเซลล์ สร้างขึ้นมาเพื่อควบคุมการเจริญเติบโตภายในเซลล์หรือส่งไปควบคุมเซลล์อื่นๆ เช่น เอนไซม์ วิตามิน และฮอร์โมน ฮอร์โมนพืชมีความสำคัญมากต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช และมีความสำคัญเกี่ยวข้องกับการตอบสนองของพืชต่อสภาพแวดล้อมภายนอก ปัจจัยภายนอกมักมีการชักนำ โดยก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการกระจายตัวและการสลายตัวของฮอร์โมนในต้นพืช และยังเป็นตัวหลักในการควบคุมการแสดงออกของความสามารถทางพันธุกรรมที่แท้จริงของพืช ฮอร์โมนพืชที่เป็นที่นิยมใช้กับพืช และมีการนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางมีอยู่ 5 กลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้แก่ ออกซิน,จิบเบอเรลลิน,ไซโทไคนิน,เอทธิลีน และสารปลดปล่อยเอทธิลีน,สารยับยั้งการเจริญเติบโตพืช ได้แก่ บราสซิโนสเตอรอยด์,จัสโมเนท,ซาลิเลท นอกจากที่กล่าวมาทั้ง 8 กลุ่ม ยังมีสารอีกกลุ่มที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นมาและนำไปใช้เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ไม่จัดว่าเป็นฮอร์โมนพืช ได้แก่ สารชะลอการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Retardants) การทำงานของสารกลุ่มนี้เกี่ยวข้องกับการยับยั้งการสังเคราะห์และยับยั้งการทำงานของจิบเบอเรลลิน มีการนำมาใช้ในการลดความสูงของพืช ทำให้ปล้องสั้น ช่วยการเร่งการออกดอกและการติดผลของพืชบางชนิด (พีระเดช , 2529)

การใช้ฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน (Gibberellins)

กรดจิบเบอเรลลินจัดเป็นสารพวก isoprenoid ที่มีโครงสร้างหลักเป็น ent-gibberellane สามารถกระตุ้นการแบ่งตัวและการยืดตัวของเซลล์ได้ มักเรียกว่า กรดจิบเบอเรลลิน (gibberellic acid , GA) เพราะเนื่องจากมีหมู่คาร์บอกซิลอยู่ในโครงสร้าง ปัจจุบันพบว่ามีมากกว่า 90 ชนิด พบทั้งในเชื้อราและในพืชชั้นสูง West and Phinney (1956) กล่าวว่า พบจิบเบอเรลลิน เป็นสารที่พบตามธรรมชาติในพืชชั้นสูง และในปี 1957 เริ่มใช้จิบเบอเรลลินทางการเกษตรเป็นครั้งแรก ในการเพิ่มขนาดผลองุ่นพันธุ์ Thomson seedless และใช้กระตุ้นการสร้างเอนไซม์อะไมเลสในเมล็ดธัญพืชในอุตสาหกรรมผลิตเบียร์

<u>การสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน</u>

จิบเบอเรลลินจัดเป็นสารกลุ่ม terpenoid ตัวอย่างสารในกลุ่มนี้ได้แก่ carotenoid สาร terpenoid สร้างมาจาก isophene ที่มีคาร์บอน 5 ตัว สารต้นกำเนิดขอบจิบเบอเรลลินเป็น diterpene ที่มี isoprene อยู่ 4 หน่วย การสังเคราะห์จิบเบอเรลลินผ่านทาง mevalonic acid pathway ซึ่งในแต่ละขั้นตอนไปจนถึง GA12 aldehyde นั้นจะเหมือนกันในพืชทุกชนิด ต่จากจุดนี้ไปในพืชแต่ละชนิดก็จะแตกต่างกัน เพื่อสร้างจอบเบอเรลลินต่าง ๆ (พีระเดช, 2529)

<u>ผลของจิบเบอเรลลินต่อกระบวนการทางสรีวิทยาและการเจริญเติบโตของพืช</u>

1. ผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เฉลิมชัย (2547) กล่าวว่า จิบเบอเรลลินส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทั้งต้น รู้จักกันในความสามารถการส่งเสริมการยืดยาวของลำต้นหรือการแบ่งเซลล์หรือทั้งสองอย่าง แต่จะมีการแตกต่างกันมากของชนิดของจิบเบอเรลลิน ความตกต่างในการตอบสนองของพืชต่อสารเคมีนั้นขึ้นกับหลายปัจจัย และก็ไม่ใช่สิ่งผิดปกติที่จิบเบอเรลลินชนิดหนึ่งจะมีผลมากกว่าจิบเบอเรลลินอื่น ๆ ในพืชชนิดหนึ่ง โดยทั่วไปการเจริญเติบโตของพืชจะถูกส่งเสริมโดยจิบเบอเรลลิน โดนเฉพาะพืชแคระและพืชที่มีอายุสองปี (bienials) ที่อยู่ในระยะ rosette

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พันธุกรรมต้นเตี้ย (Genetic dwarfism) พันธุกรรมต้นเตี้ยมีพัฒนาของพืชกลายพันธุ์จำนวนมากที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน เป็นพวกกลายพันธุ์แบบยีนเดี่ยว (single gene mutant) โดนต้นพืชจะมีขนาดเพียงแค่เศษหนึ่งส่วนห้าของต้นปกติ และมีปล้องสั้น เมื่อให้จิบเบอเรลลินแก่พืชเหล่าก็จะเกิดการเพิ่มขนาดจนขนาดเท่ากับต้นปกติ แต่คงมีบางพวกที่เกิดกลายพันธุ์บางชนิดไม่ตอบสนองต่อจิบเบอเรลลิน พบว่าเมื่อให้จิบเบอเรลลินจากภายนอกก็ไม่มีกรตอบสนอง และในตัวมันเองก็มีระดับของจิบเบอเรลลินที่เท่ากับต้นปกติและมีบางต้นที่ยังคงเป็นต้นเตี้ยเช่นเดิม ซึ่งสิ่งที่เกิดขึ้นอาจจะเกิดจากการที่ตัวของพืชนั้นมีสารยับยั้งตามธรรมชาติ (natural inhibitor) มากเกินไป หรืออาจจะเป็นเพราะ receptor mutant ที่เกิดขึ้นบนยีน ซึ่งส่งผลทำให้การเจริญเติบโตไม่ตอบสนองต่อจิบเบอเรลลิน

3. การยืดตัวอย่างรวดเร็วและการออกดอก (Bolting ang Flowering) จิบเบอเรลลินเป็นฮออร์โมนที่เกี่ยวข้องการกระตุ้นการออกดอกของพืชชั้นสูงจำนวนมาก ในพืชพวก rosette plant ใบจะพัฒนาอย่างมาก แต่การยืดตัวของข้อถูกยับยั้ง แต่เมื่อจะถึงระยะสืบพันธุ์ลำต้นจะยืดตัวมากขึ้น 5-6 เท่าของปกติ พืชที่มีลักษณะการเจริญแบบ rosette ถ้าให้จิบเบอเรลลินแก่ rosetle plant ในสภาพที่ไม่มีสิ่งกระตุ้นต่อการออกดอก มันก็จะเกิดการกระตุ้นการยืดตัวอย่างรวดเร็วและออกดอก ความเกี่ยวข้องจองจิบเบอเรลลินในการส่งเสริมการออกดอกเกิดภายใต้สภาพควบคุมบางอย่าง โดยทั่วไปจิบเบอเรลลินส่งเสริมการแบ่งเซลล์และการยืดตัวของเซลล์ที่บริเวณถัดจากปลายยอดลงมา สารชะลอการเจริญเติบโตของพืชซึ่งขัดขวางการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน ทำให้เกิดการยับยั้งการแบ่งเซลล์ในบริเวณถัดจากเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด และการขยายตัวของด้านข้างปลายยอด

4. ผลของการงอกและการพักตัวเมล็ด Yomo (1960) กล่าวว่า จิบเบอเรลลินมีการส่งเสริมการย่อยของอาหารสะสมใน Hydrolytic enzyme และ α-amylase พบว่าชั้นเอลิวโรนเป็นตัวสร้าง α-amylase ในทางตอบสนองต่อจิบเบอเรลลินและเอนไซม์ที่เกิดขึ้นจะเข้าสู่เอนโดสเปิร์มทำให้เกิดการเปลี่ยนแป้งไปเป็นน้ำตาล จิบเบอเรลลินอาจส่งเสริมการเจริญเติบโตโดยการเพิ่ม plasticity ของผนังเซลล์และตามด้วยการย่อยแป้งไปเป็นน้ำตาลซึ่งจะไปลดค่าชลศักย์ ทำให้น้ำเข้าในเซลล์มากขึ้นและเซลล์ยืดยาวออก (Naeem *et al.*,2001; Gelmesa *et al.,* 2012; Kazemi, 2014; Kumar *et al.,* 2014)

<u>แหล่งที่มีการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน</u>

การสังเคราะห์จิบเบอเรลลินมีการสังเคราะห์ในพืชชั้นสูงได้ถึง 3 บริเวณ ได้แก่

- เมล็ดและผลที่กำลังพัฒนา (Developing fruit and seed)
- บริเวณที่กำลังยืดตัวของปลายยอด (Elongating shoot apex region)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ราก (Root)

ในส่วนของรากและยอดของต้นไม้มีปริมาณจิบเบอเรลลินค่อนข้างต่ำ สำหรับการใช้เพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตตามปกติเท่านั้น ส่วนในเมล็ดที่กำลังพัฒนานั้นมีการสร้าวจิบเบอเรลลินอยู่ 2 ระยะ คือ

1. ทันทีหลังการผสมเกสร ใยระยะนี้จะมีการสร้างจิบเบอเรลลินในปริมาณไม่มากนักเพื่อใช้ในการควบคุมการเจริญเติบโตเหมือนกับในเนื้อเยื่ออื่น ๆ ที่ยอดและราก

2. ระยะที่มีการเพิ่มขนาดของเมล็ดที่กำลังสุกแก่ ระยะนี้จะมีการสร้างจิบเบอเรลลิน จำนวนมาก และมีการสะสม polyhydroxylated gibberellin ที่สร้างขึ้นใหม่จำนวนมาก ซึ่งไม่พบในเนื้อเยื่อทั่วไปของต้นพืช (นพดล, 2546)

<u>จิบเบอเรลลินและการยืดตัวของเซลล์</u>

โสระยา (2544) กล่าวว่า การเพิ่มความยาวของพืช เกิดจากการยืดตัวของฌซลเดิม และการแบ่งเซลล์เพิ่มขึ้นใหม่ จิบเบอเรลลินสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตโดยกระตุ้นทั้งการแบ่งเซลล์และการยืดของเซลล์ จิบเบอเรลลินมีผลต่อการแบ่งเซลล์แบบ mitosis โดยทำให้ระยะ interphase สั้นลง โดยการชักนำให้เซลล์ในระยะ G1 สร้าง DNA

<u>การเคลื่อนย้ายของจิบเบอเรลลิน</u>

เมื่อให้จิบเบอเรลลิน แก่ต้นถั่ว (pea) พบว่าการเคลื่อนย้ายทั้งในโฟลเอมและไซเลม และเป็นการเคลื่อนย้ายที่ไม่ได้กำหนดทิศทางแน่นอน (เฉลิมชัย, 2540)

การใช้จิบเบอเรลลินร่วมกับพืช

การพ่นกรดจิบเบอเรลลิน (GA3) ให้กับพืชในกลุ่มไม้ดอกประเภทหัว มักมีผลช่วยในการส่งเสริมการออกดอก และคุณภาพดอก เช่น ทำให้ต้น คาล่าลิลี่ (*Zantedeschia* sp.) มีคุณภาพดอกดีขึ้น (Treder, 2005) ทำให้กล้วยไม้ช้างกระ (Rhynchostylis giantean) ออกดอกนอกฤดูได้เร็วกว่าปกติ (กัณนิกา และคณะ, 2553) ที่สำคัญคือ ยังพบว่า การพ่นจิบเบอเรลลินส่งผลกระทบต่อปริมาณธาตุอาหารภายในพืช โดยทำให้ปริมาณไนโตรเจน และ โพแทสเซียมในส่วนเหนือดินลดลง การใช้จิบเบอเรลลินเพื่อฉีดพ่นที่ส่งผลต่อการออกดอก (คัทลียาและคณะ, 2559) กล่าวว่า การใช้จิบเบอเรลลินเพื่อการฉีดพ่นบัวหลวงซึ่งเป็นไม้ตัดดอกของประเทศไทย จิบเบอเรลลินเป็นสารที่ช่วยในการเร่งการออกดอก พบว่า เมื่อพ่นจิบเบอเรลลินในระดับความเข้มข้นที่เพิ่มมากขึ้นทำให้มีเปอร์เซ็นต์การออกดอกและความยาวของก้านเพิ่มขึ้นมากขึ้นแต่ในทางกลับกันมีจำนวนของใบและพื้นที่ของใบลดลง และเมื่อนำชิ้นส่วนของบัวหลวงที่ฉีดพ่นด้วยจิบเบอเรลลินมาวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัสในใบและก้านใบจึงเห็นได้ว่าปริมาณโพแทสเซียมในก้านใบมีค่ามากที่สุด อย่างไรก็ตาม การพ่นจิบเบอเรลลินในระดับความเข้าข้นที่เพิ่มขึ้นกลับทำให้น้ำตาลรีดิวซ์ในใบ ก้านใบ และไหลบัว มีค่าลดลงแสดงให้เห็นว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน มีความเกี่ยวข้องกับการเกิดดอกของบัวหลวงเพิ่มขึ้น จะทำให้มีจำนวนดอกเพิ่มขึ้น และทำให้ก้านดอกมีความยืดยาวมากยิ่งขึ้น (ประพฤติ และคณะ, 2554) จิบเบอเรลลินเปนสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่นิยมและใชในทางการเกษตร ผลการใชสารจิบเบอเรลลินสามารถยับยั้งการออกดอกในฤดูกาลของมะมวงและมะนาวไดโดยการพนจิบเบอเรลลินระดับความเขมขน 20 – 25 มิลลิกลัม/ลิตรซึ่งมีผลตอการกระตุนใหพืชมี การพัฒนาทางกิ่งใบ เกิดการเปลี่ยนแปลงสมดุลระหวางจิบเบอเรลลินและเอทธิลีนที่มีผลตอการชักนำการออกดอกของพืชโดยปริมาณจิบเบอเรลลินที่สูงกวาจะทำใหพืชมีการพัฒนาทางกิ่งใบ (พีรเดช, 2547 ; Monselise, 1980 ; Kachru *et al.,* 1972) กรดจิบเบอเรลลิกเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสรีรวิทยาในพืชอย่างมาก เช่น การเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นพืชการออกดอกการงอกของเมล็ดการพักตัวการติดผลการแสดงเพศการแก่ชราการเกิดผลที่ไม่มีเมล็ด และการเจริญเติบโตของผล เป็นต้น (นพดล, 2546) ในแง่การออกดอกของพืชเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อายุและสภาพแวดล้อม จิบเบอเรลลิน สามารถทดแทนความต้องการยาวในพืชบางชนิดได้และยังสามารถทดแทนความต้องการอุณหภูมิต่ำ ในพืชหลายชนิดพบว่า จิบเบอเรลลินช่วยใน กระบวนการพัฒนาของพืชและเพิ่มจำนวนเซลล์ที่ทำให้ลำต้นยืดยาว การทำให้ดอกออกเร็วขึ้นและสม่ำเสมอ รวมทั้งการเพิ่มจำนวนและขนาดดอก (AlKhassawneh *et al.,* 2006; Vieira *et al.,* 2010) และยังสามารถช่วยในการเพิ่มจำนวนหัว (Kumar *et al.,* 2008) แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าใช้ความ เข้มข้นที่สูงเกิดไปอาจทำให้ดอกมีลักษณะที่ผิดปกติได้ (Dennis *et al.,* 1994) การใช้จิบเบอเรลลิกแอซิดในระดับความเข้มข้นต่ำช่วยส่งเสริมการติดผลในมะเขือเทศ (Sasaki *et al.,* 2005; Khan *et al.,* 2006) นอกจากนี้ยังสามารถชักนำให้มีจำนวนผลต่อต้นมากกว่ามะเขือเทศที่ไม่ได้รับสาร (Khan *et al.,* 2006) และแสดงบทบาทในการป้องกัน การไม่พัฒนาของดอกที่ปฏิสนธิแล้ว เนื่องจากได้รับความ เข้มของแสงต่ำ (Nester and Zeevaart, 1998) ซึ่งผล การศึกษาในมะเขือเทศหลายพันธุ์ พบว่ามีการตอบสนอง ด้านจำนวนผลที่เพิ่มขึ้น (Naoem *et al.,*2001; Gelmesa *et al.,* 2012; Kazemi, 2014; Kumar *et al.,* 2014) จิบเบอเรลลิน มีกลไกการออกฤทธิ์ในการ ส่งเสริมการยืดยาวของเซลล์และชักนำการสร้างดอก โดยการทำลายการพักตัวของตาดอก (Cutler and Schneider, 1990) โดยกลไกสำคัญที่ทำให้เซลล์ยืดยาว การเพิ่มสภาพความยืดหยุ่นของผนังเซลล์ จากนั้นจึง เกิดการแยกสลายด้วยน้ำของแป้งไปเป็นน้ำตาล ส่งผลใน การลดค่า Water potential ภายในเซลล์ เป็นผลให้น้ำ เคลื่อนเข้าสู่ภายในเซลล์มากขึ้นทำให้เซลล์ยืดยาว (Arteca, 1996) นอกจากนี้แล้ว ยังมีบทบาทสำคัญในการ ควบคุมการติดผล การเจริญเติบโตของผล และการขยาย ขนาดของผล (Moore *et al.,* 1995) ดังนั้นการวิจัยนี้จึง มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของระยะการฉีดพ่นจิบเบอเรลลินในแต่ละระยะการบานของดอกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้องการธาตุอาหารของอนูเนียส (Anubias sp.)

พรรณไม้น้ำต้องการธาตุอาหารหลักในปริมาณมากในการเจริญเติบโต ธาตุอาหารหลักที่มีความ สำคัญต่อพรรณไม้นำ้ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหาร ที่จำเป็นต่อการเร่งใบและลำต้นเจริญได้ดี ธาตุอาหารรองเป็นธาตุอาหารที่พรรณไม้น้ำต้องการ ในปริมาณน้อยและขาดธาตุอาหารเหล่านี้ไม่ได้ ธาตุอาหารรองที่สำคัญคือ ธาตุเหล็ก ซึ่งเป็นธาตุ ที่ช่วยให้ใบมีสีเขียว ถ้ามีการให้ธาตุอาหารเหล่านี้มากเกินไปจะเป็นอันตรายต่อพรรณไม้น้ำได้ (Kostich, 1999) สูตรอาหารแต่ละสูตรไม่สามารถใช้ได้ดีกับพืชทุกชนิดเพราะความต้องการธาตุอาหารมีช่วงกว้าง รวมทั้ง พืชมีความสามารถในการปรับตัวตามความแตกต่างของธาตุอาหารอีกด้วย ความต้องการธาตุอาหารต่าง ๆ ของพรรณไม้นำ้ ก็เหมือนกับพืชทั่ว ๆ ไป เช่น พรรณไม้น้ำต้องการธาตุออกซิเจน คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ โซเดียม โปแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมและเหล็กในปริมาณที่สูงต้องการธาตุทองแดงและสังกะสีในปริมาณที่ต่ำ เมื่อพืชใช้ธาตุต่าง ๆ ไประยะหนึ่งแล้วอาจจะเกิดการขาดธาตุบางอย่างได้ โดยเฉพาะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และธาตุโปแตสเซียมที่พืชต้องการในปริมาณที่สูงหรือธาตุอื่น ๆ ที่สำคัญเฉพาะบางชนิด ชนิดของพรรณไม้น้ำ แต่ละชนิดต้องการปริมาณปุ๋ยที่แตกต่างกัน พรรณไม้น้ำ ที่เจริญใต้น้ำ ควรใช้ประมาณ 0.1-0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนพรรณไม้น้ำ ที่เจริญเหนือน้ำ แต่รากหรือลำต้นเจริญใต้น้ำ ควรใช้ประมาณ 0.5-1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (Wangwibulkit *et al*, 1997)

การใช้สารละลายปุ๋ยร่วมกับการปลูกพืชไร้ดิน (DFT)

การผลิตในระบบปลูกพืชแบบไร้ดิน (Hydroponics system) หรือการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารเป็นการเลียนแบบการปลูกพืชบนดิน หลักการคือการใช้น้ำ ละลายธาตุอาหารตามสัดส่วนที่พืชต้องการทดแทนธาตุอาหารในดิน เป็นการปลูกที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมภายใต้สภาพภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมการปลูกพืชแบบไร้ดินนี้สามารถลดการปนเปื้อนของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช นอกจากนี้การปลูกพรรณไม้น้ำแบบไร้ดินยังช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมเนื่องจากไม่มีการปล่อยสารเคมีลงในดินและประหยัดการใช้ทรัพยากร รวมทั้งประหยัดน้ำมากกว่าการปลูกพืชบนดิน สามารถใช้ปลูกพรรณไม้น้ำได้ในทุกฤดูกาลและทุกสภาพอากาศ การปลูกพรรณไม้น้ำแบบไร้ดิน การปลูกพรรณไม้น้ำ โดยไม่ใช้ดินเป็นการปลูกพรรณไม้นำ้ ลงบนวัสดุปลูกหรือไม่ต้องมีวัสดุปลูกเพื่อให้พรรณไม้น้ำ ได้รับสารอาหารหรือสารละลายธาตุอาหาร โดยมีน้ำ ผสมกับปุ๋ยที่มีธาตุอาหารที่พรรณไม้ต้องการจากทางราก โดยผ่านระบบ (Deep Flow Technique, DFT) ที่มีปริมาณสารละลายในปริมาณที่มากกว่า (Tira-Umphan, 2001) การนำธาตุอาหารไปใช้ของพืช ในลักษณะของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายธาตุอาหาร คือ การเตรียมความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารให้แก่พืช ซึ่งสารละลายที่อยู่รอบบริเวณรากพืช
(Root environment) หรือที่อยู่ในวัสดุปลูกเมื่อสารละลายธาตุอาหารที่เตรียมขึ้นสัมผัสกับรากพืช รากพืชจะมีการดูดใช้ธาตุอาหารในสารละลายทำให้องค์ประกอบของสารละลายเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเป็นผลจากการเลือกดูดใช้ ธาตุอาหารของพืช ธาตุที่พืชสามารถดูดใช้ได้ง่าย เช่น NO3 และ K จะคงเหลืออยู่ในสารละลายค่อนข้างน้อยส่วนสารละลายที่พืชดูดไปใช้ค่อนข้างยาก เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก จะเหลือสะสมอยู่ในสารละลายบริเวณรากค่อนข้างมาก (Nuntagij *et al*, 2001)

ระบบอัจฉริยะทางการเกษตร

ศุภฤกษ์ (2560) กล่าวว่า ระบบที่ทำให้สามารถปลูกผักสลัดในคอนโด หรือห้องเช่าได้ และต้นทุนในการสร้างที่ถูก โดยระบบที่สร้างนั้น คือระบบปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ โดยสร้างเป็น ระบบน้ำนิ่งไว้ในตู้ปลาขนาด 24 นิ้ว เพื่อลดอุปกรณ์ในการสร้างให้มากที่สุด และสามารถขนย้ายได้อย่าง สะดวก โดยระบบมีการทำงานแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนที่ 1.การปล่อยน้ำเข้าสู่ตู้ปลา โดยการทำงานมี ดังนี้ บอร์ดอาดุยโน่รับค่าระดับน้ำมาจากเซนเซอร์วัดระดับน้ำเพื่อนำค่าที่ได้นั้นมาวิเคราะห์ว่าค่าของระดับน้ำ ที่ได้นั้นต่ำกว่า หรือสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าค่าของระดับน้ำน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ บอร์ดอาดุยโน่จะสั่งให้รีเลย์สั่งให้ปั๊มน้ำเปิดน้ำเข้าสู่ตู้ปลา แต่ถ้าค่าของระดับน้ำสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ บอร์ดอาดุยโน่จะสั่งปิด การทำงานของรีเลย์ ในส่วนนี้เป็นการเพิ่มความสะดวกแก่ผู้ใช้ ส่วนที่ 2. การเปิด-ปิดไฟ LED โดยการทำงานมี ดังนี้ บอร์ดอาดุยโน่รับค่าความเข้มของแสง (ลักซ์) มาจากเซนเซอร์วัดค่าแสง เพื่อนำค่าที่ได้นั้นมาวิเคราะห์ว่าค่าของแสงนั้นที่ได้นั้นต่ำกว่าหรือสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าค่าของแสงน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ บอร์ดอาดุยโน่จะสั่งให้รีเลย์สั่งเปิดไฟ LED แต่ถ้าค่าของแสงสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ บอร์ดอาดุยโน่จะสั่งปิดการทำงานของรีเลย์เพื่อให้ผักสลัดได้รับแสงอย่างเพียงพอในทุกๆวัน ส่วนที่ 3. การเชื่อมต่อแอปพลิเคชั่น Blynk โดยระบบนั้นสามารถเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันที่มีชื่อว่า Blynk ที่มีอยู่แล้วในสมาร์ทโฟนทั้งระบบปฏิบัติการ Androidและ IOS เพื่อที่จะสามารถดูค่าต่างๆของระบบ และสั่งการเปิด-ปิดการปล่อยน้ำและไฟ LED ได้ด้วยตัวแอปพลิเคชั่นผ่านทางอินเทอร์เน็ต ส่วนที่ 4. การบันทึกค่าแสง ในการทดลองนี้มีการบันทึกค่าแสง เพื่อปรียบเทียบค่าแสงกันระหว่างผักสลัดที่ปลูกในระบบรับและผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดาได้รับ โดยจะบันทึกลง SD Card โดยการนา DataLogger Shield มาประกอบเข้ากับบอร์ดอาดุยโน่ โดยตัว DataLogger Shield ช่องเสียบ SD Card ในการทดลองจะเป็นการเปรียบเทียบค่าแสงที่ผักสลัดได้รับและคุณภาพของผักสลัดระหว่างผักสลัดที่ปลูกในระบบและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา โดยกาหนดผักสลัดและจำนวนการปลูก และเลือกบริเวณห้องที่แสงส่องเข้ามาถึงมากที่สุดโดยตั้งผักสลัดที่ปลูกในระบบและผักสลัดที่ปลูกด้วยวิธีธรรมดาไว้ในจุดที่ใกล้เคียงกัน และควบคุมตัวแปรอื่นๆ ให้เหมือนกัน ในทุกๆชั่วโมงจะเก็บค่าแสงแดดเป็นเวลา 10 วัน

ผลการทำวิจัยของศุภฤกษ์ (2560) พบว่า ได้ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติที่มีต้นทุนที่ถูก โดยรวมต้นทุนทั้งหมดเป็นเงิน 2,605 บาท และในการเปรียบเทียบค่าแสง และคุณภาพระหว่างผักสลัดที่ปลูกในระบบและผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา พบว่า

1. การเปรียบเทียบแสงที่ได้รับ พบว่า ระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติที่สร้างขึ้นสามารถช่วยให้รักษาช่วงของค่าแสงที่เหมะแก่การปลูกผักสลัดได้อย่างสม่ำเสมอกว่าวิธีการปลูกด้วยแบบธรรมดา โดยค่าแสงเบี่ยงเบนมาตรฐานของผักสลัดที่ปลูกในระบบ คือ 8.83 % ในขณะที่ผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดาได้รับแสงต่ำกว่าค่าแสงที่ผักสลัดต้องการและไม่สม่ำเสมอ โดยค่าแสงเบี่ยงเบนมาตรฐานของผักสลัดที่ปลูกในระบบ คือ 21.66 %

2. การเปรียบเทียบคุณภาพของผักสลัด พบว่า ผักสลัดที่ปลูกในระบบใช้เวลาโตเร็วกว่าผักสลัดที่ปลูกด้วยวิธีธรรมดา 10 วัน และทางกายภาพของผักสลัดนั้นพบว่า ผักสลัดที่ปลูกในระบบ มีลำต้นที่ไม่ยืดยาวและมีพื้นที่ของใบเยอะ ในขณะเดียวกัน ผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา มีลำต้นที่ยืดยาวคล้ายถั่วงอกเหตุที่ลำต้นยืดนั้น เพื่อต้องการยืดไปหาแสงแดด และขนาดใบนั้นมีขนาดเล็ก

3.การจำนวนครั้งให้การเติมน้ำเข้าสู่แปลงผักสลัด พบว่า แปลงของผักสลัดที่ปลูกผักสลัดด้วยวิธีธรรมดานั้นจะต้องคอยเติมน้ำเข้าสู่แปลงผัก เฉลี่ยแล้วอยู่ที่ 2 วันต่อการเติมน้ำ 1 ครั้ง ในขณะที่แปลงผักที่ปลูกผักสลัดในระบบ การเติมน้ำเข้าสู่แปลงผักสลัดนั้นเติมเพียงครั้งเดียว

อาทิตย์ และ กมล (2555) นำเสนอการออกแบบและพัฒนามอดูลระบบการมองเห็นที่สามารถประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ ในแปลงเกษตรได้ โดยแต่ละมอดูลประกอบไปด้วยมอดูลกล้อง ตัวตรวจวัดความเร่ง ตัวตรวจวัดเชิงมุมและเข็มทิศดิจิตอล เมื่อประยุกต์ใช้มอดูลการมองเห็นดังกล่าว 3 ชุดอย่างเป็นระบบ จะทำให้สามารถประยุกต์ใช้ในการคำนวณข้อมูลที่ต้องการได้ ข้อมูลจากตัวตรวจวัดต่างๆ จะช่วยทำให้การติดตั้งระบบรอบๆ พื้นที่ทำงานเป็นไปอย่างอัตโนมัติโดยไม่ต้องมีการปรับเทียบอุปกรณ์ ซึ่งมีผลให้การใช้งานจริงในแปลงเกษตรเป็นไปอย่างสะดวก และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เมื่อใช้ร่วมกับการประมวลผลภาพจากมอดูลกล้อง ได้แก่ การจับคู่สเตอริโอของจุดภาพจากมอดูลการมองเห็นทั้ง 3 ชุด จะทำให้สามารถประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลายและแม่นยำ ยกตัวอย่างเช่น การคำนวณปริมาตรทรงพุ่มของต้นไม้ เป็นต้น นอกไปจากนี้แล้ว งานวิจัยนี้ยังได้นาเสนอการใช้เทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์ ในการประมวลผลข้อมูลจากตัวตรวจวัดต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการวัดภายในการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

วัสดุ

พันธุ์ไม้น้ำที่ใช้ในการทดลอง พันธุ์ไม้น้ำอนูเบียสสายพันธุ์บาเทอรี่จากฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและพืชน้ำอัจฉริยะ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

อุปกรณ์ / เครื่องมือ

1. ถังพลาสติกไฟเบอร์ ขนาด 800 ลิตร จำนวน 3 ถัง
2. เครื่องให้อากาศ AIR pump จำนวน 1 ตัว
3. ระบบพ่นหมอก
4. เครื่องฉีดพ่นฮอร์โมน
5. เครื่องวัดค่า EC หรือ Electrical Conductivity และเติมปุ๋ย
6. วงจรไฟ
7. แผ่นโฟมเจาะรูวงกลมจำนวน 28 รู จำนวน 6 แผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 3 ชุดการทดลอง (Treatment : T) กำหนดให้

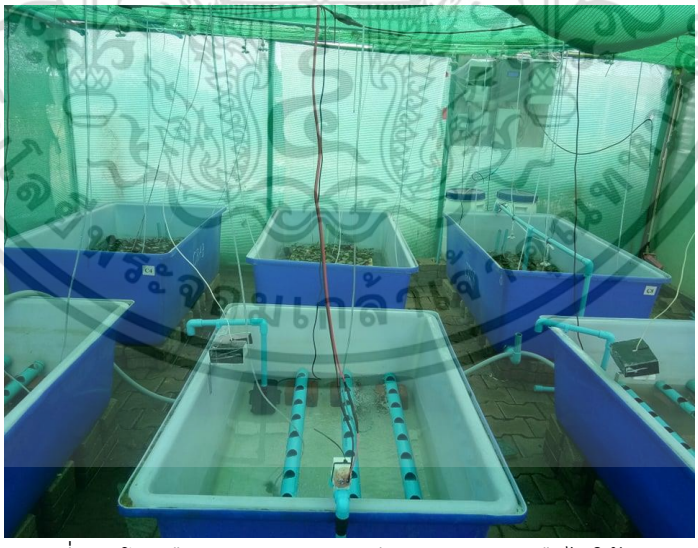
ชุดการทดลองที่ 1 (T1) ถังเพาะเลี้ยงต้นไม้น้ำอนูเบียสบาเทอรี่ด้วยระบบ Sensor ในการฉีดพ่นฮอร์โมนจิบเบอเรลลินและเติมสารละลายปุ๋ยอัตโนมัติ

ชุดการทดลองที่ 2 (T2) ถังเพาะเลี้ยงต้นไม้น้ำอนูเบียสบาเทอรี่ด้วยระบบเติมสารละลายปุ๋ยอัตโนมัติและฉีดพ่นฮอร์โมนจิบเบอเรลลินด้วยมือ

ชุดการทดลองที่ 3 (T3) ถังเพาะเลี้ยงต้นไม้น้ำอนูเบียสบาเทอรี่ด้วยการฉีดฮอร์โมนจิบเบอเรลลินและเติมสารละลายปุ๋ยด้วยมือ

2. การเตรียมการทดลอง

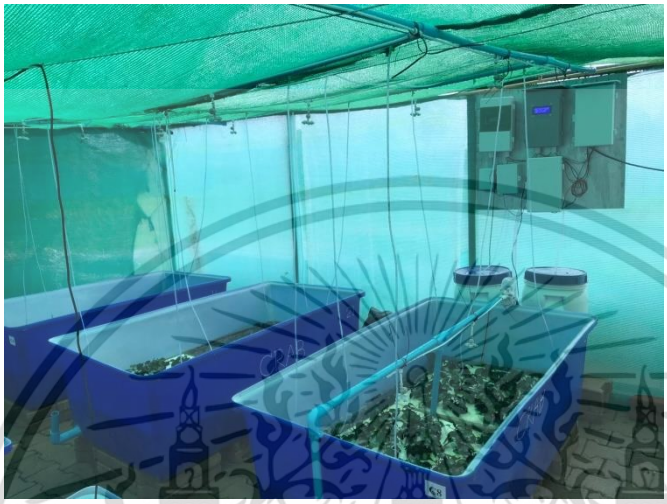
2.1 การเตรียมโรงเรือน โครงสร้างโรงเรือนทำจากเหล็ก ด้านข้างและด้านบนพรางด้วยตาข่ายพลางแสง 70 % จำนวน 2 ชั้น ติดตั้งระบบให้ความชื้น (ระบบพ่นหมอกด้วยหัวพ่นหมอก Natafim) หัวพ่นหมอก 4 ทางขนาด 0.6 มิลลิเมตร ควบคุมการทำงานด้วยเครื่องควบคุมเวลา (Timer)



ภาพที่ 11 โรงเรือนเพาะปลูกอนูเบียสระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ DFT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 <u>การเตรียมถังพลาสติกทดลอง</u> ล้างทำความสะอาดถังพลาสติกขนาด 800 ลิตร จำนวน 3 ถัง โดยใช้ฟองน้ำการทำความสะอาด ผึ่งลมให้แห้ง นำไปวางเรียยงกันไว้ในโรงเรือนโดยใช้อิฐตัวหนอนวางเรียงกันสูง 2 ชั้น เพื่อระบายความร้อนให้กับถังเพาะเลี้ยงอนูเบียสบาเทอรี่



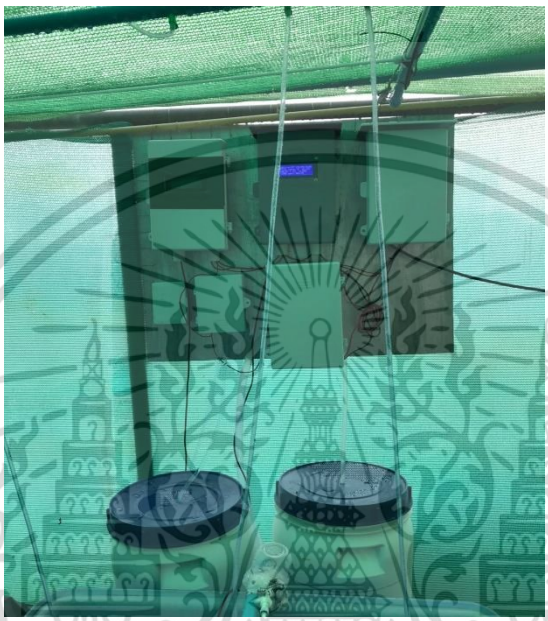
ภาพที่ 12 ชุดการทดลองเพาะปลูกไม้น้ำอนูเบียสด้วยระบบอัตโนมัติ

2.3 <u>การเตรียมระบบพ่นฮอร์โมนอัตโนมัติ</u> ต่อท่อ PVC ขนาด 6 หุนพาดกลางตามแนวความยาวของถัง เดินสายพ่นหมอกขนาด 2 หุนติดกับท่อ PVC และติดหัวพ่นหมอก 4 ทาง ขนาดหัวความละเอียด 0.6 มิลลิเมตร จำนวน 2 หัว โดยใช้โซลินอยด์วาล์วเป็นตัวควบคุมอัตราการไหลของน้ำ ใช้ถังคลอรีนขนาด 40 ลิตร ล้างทำความสะอาด นำฝาถังคลอรีนมาเจาะรูตรงกลางขนาด 11 มิลลิเมตร เพื่อใส่สายยางขนาด 2 หุน ที่ต่อเข้ากับปั้มแรงดัน

ภาพที่ 13 ระบบพ่นฮอร์โมนอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 <u>การเตรียมระบบปุ๋ยอัตโนมัติ</u> ใช้ถังคลอรีนขนาด 40 ลิตร ล้างทำความสะอาด นำฝาถังคลอรีนมาเจาะรูตรงกลางขนาด 11 มิลลิเมตร เพื่อใส่สายยางขนาด 2 หุน ที่ต่อเข้ากับปั๊มแรงดัน หากค่าความเข้มข้น (EC) ลดลงจากค่าที่กำหนด (0.35 มิลลิซิเมน/เซนติเมตร) เครื่อง Analog Electrical Conductivity Sensor จะทำการเติมสารละลายปุ๋ยอัตโนมัติจนกว่าความเข้มข้นจะถึงค่าที่กำหนดไว้



ภาพที่ 14 ชุดถังใส่ปุ๋ยและถังฮอร์โมนที่ควบคุมผ่านระบบอัตโนมัติ

2.5 <u>การเตรียมชุดการทดลอง</u>

2.5.1 เติมน้ำสะอาด 500 ลิตร จากนั้นเติมสารละลายปุ๋ยระดับความเข้มข้น 3.50 มิลลิเมน/เซนติเมตร ปรับในปริมาตรน้ำ 14 ลิตร ใน 3 ชุดการทดลอง

ภาพที่ 15 ถังเพาะเลี้ยงไม้น้าอนูเบียสด้วยระบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 <u>การต้นพันธุ์ไม้น้ำอนูเบียส</u> เลือกต้นพันธุ์อนูเบียส เลือกต้นพันธุ์อนูเบียสที่ได้จากการเพาะปลูกอายุ 3 เดือน มีขนาดใกล้เคียงกัน จำนวนใบอยู่ที่ 8-12 ใบ/ต้น ใบสมบูรณ์แข็งแรงไม่ฉีกขาด จำนวนทั้งหมด 144 ต้น ล้างทำความสะอาดต้นพันธุ์อนูเบียสให้สะอาด ตัดแต่งใบและราก แล้วนำใส่กระถางพลาสติกสีดำขนาด 1 นิ้วมีฟองน้ำเป็นวัสดุเพาะปลูกจำนวน 1 ต้น/กระถาง

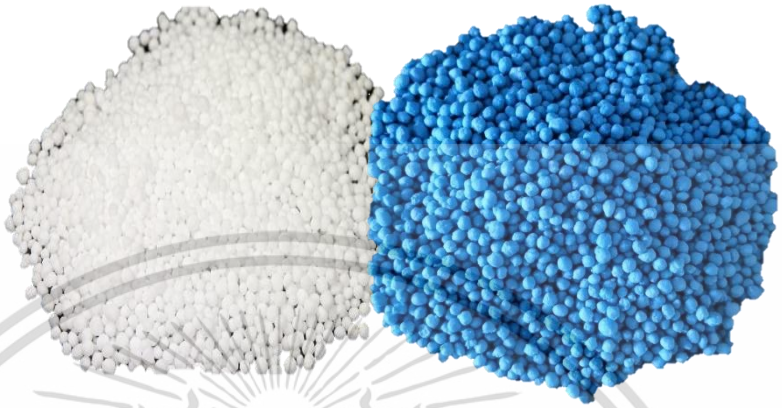
ภาพที่ 16 การปลูกอนูเบียสลงกระบะเพาะปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT

2.7 <u>การเตรียมฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน</u> การฉีดพ่นทางใบน้ำฮอร์โมนจิบเบอร์เรลลินปริมาณ 0.8 กรัม ละลายผสมกับน้ำปริมาณ 18 ลิตร คนให้เข้ากัน

ภาพที่ 17 ฮอร์โมนจิบเบอเรลลินที่ใช้ในการฉีดพ่นใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 <u>การเตรียมสารละลายปุ๋ยเคมี</u> นำปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ปริมาณ 150 กรัม และปุ๋ยเคมีสูตร 8-24-24 ปริมาณ 100 กรัม ละลายผสมกับน้ำปริมาณ 14 ลิตร คนให้เข้ากัน



ภาพที่ 18 ปุ๋ยยูเรียและปุ๋ย NPK 16-16-16 ที่ใช้สำหรับการเพาะเลี้ยงไม้น้ำอนูเบียส

3. การทดลอง

ในการทดลองเพาะเลี้ยงอนูเบียสโดยการฉีดพ่นใบด้วยฮอร์โมนจิบเบอเรลลินและสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำด้วยระบบอัตโนมัติทั้งหมด (ชุดการทดลองที่ 1) การฉีดพ่นใบด้วยฮอร์โมนจิบเบอเรลลินและสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำด้วยระบบระบบกึ่งอัตโนมัติ(ชุดการทดลองที่ 2) และ การฉีดพ่นใบด้วยฮอร์โมนจิบเบอเรลลินและสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำด้วยมือทั้งหมด (ชุดการทดลองที่ 3)

3.1 <u>การทดลองเบื้องต้น</u>

3.1.1 นำถังพลาสติกขนาด 800 ลิตร (ในหัวข้อ 2.2) จำนวน 3 ถังจัดวางเรียงกันในโรงเรือน

3..1.2 เติมสารละลายปุ๋ยในทุก ๆ ถังในปริมาตร 350 มิลลิซีเมน/เซนติเมตร

3.1.3 วางแผ่นโฟมที่เจาะรูจำนวน 6 แถว จำนวนแถวละ 4 รู จำนวนทั้งหมด 24 ต้น/แผ่น ใส่ในถังถังละ 2 แผ่น จำนวนทั้งหมด 3 ถังถังละ 48 ต้น รวมทั้งหมด 144 ต้น

3.1.4 อากาศผ่านหัวกรอง 2 หัว/ถัง และแอร์ลิบจำนวน 4 ตัว บริเวณมุมของถังทั้ง 4 มุม

3.1.5 ให้ความชื้นด้วยการพ่นสเปย์หมอกด้วยหัวพ่นเนตาฟิล์ม ขนาดหัว 0.6 มิลลิเมตร ปริมาตรการกระจายน้ำที่ 30 ลิตร/ชม. จำนวน 12 ครั้ง/วัน แต่ละครั้งพ่นสเปย์หมอกเป็นวลา 10 นาที

3.1.6 เพาะเลี้ยงอนูเบียสบาเทอรี่เป็นเวลา 1 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 <u>วิธีการดำเนินการทดลอง</u>

3.2.1 เติมฮอร์โมนจิบเบอเรลลินและสารละลายปุ๋ยลงในถังคลอรีน ขนาด 30 ลิตร

3.2.2 ตรวจสอบความพร้อมการทำงานและเปิดการทำงานของระบบอัตโนมัติ

3.2.3 วางแผ่นโฟมที่เจาะรูเพื่อใส่อนูเบียส จำนวน 3 ถาด/กระบะ

3.2.4 นำไม้น้ำอนูเบียสที่เตรียมไว้ลงปลูกในแผ่นโฟมจำนวนไม้น้ำอนูเบียส 489ต้น /แผ่นโฟม ทั้ง 3 ชุดการทดลอง

3.3 การจัดการระหว่างการเพาะปลูก

ทำการฉีดพ่นฮอร์โมนจิบเบอเรลลินใน Treatment ที่ 2,3 เวลา 08.00 น. และเวลา 18.00 น. ตรวจวัดค่าความเข้มข้น (EC) ทุกๆ 2 วัน ใน Treatment ที่ 3

3.4 <u>การตรวจวัดการเจริญเติบโต</u>

3.4.1 จำนวนใบ (ใบ)

นับทุกๆใบทั้งหมดรวมถึงใบอ่อนทั้งหมด วัดทุกๆ 7 วัน (กฤษฎา 2550)

3.4.2 ความกว้างของใบ (เซนติเมตร)

ใช้เวอร์เนียวัดบริเวณที่กว้างที่สุดของใบ (บริเวณกลางใบ) วัดความกว้างของใบจากใบที่ 3 ที่นับจากโคนต้นไม้น้ำอนูเบียสบาเทอรี่ วัดทุกๆ 7 วัน

3.4.3 ความยาวใบ (เซนติเมตร)

ใช้เวอร์เนียวัดจากบริเวณโคนใบจนถึงปลายใบวัดความยาวจากใบที่ 3 ของต้นไม้น้ำอนูเบียสที่นับจากโคน วัดทุกๆ 7 วัน

3.4..4 จำนวนราก

นับจำนวนทุก ๆ รากที่มองเห็นจากภายนอกทั้งหมด วัดทุกๆ 7 วัน (ยุทธนา, 2547)

3.4.5 ความยาวราก (เซนติเมตร)

ใช้เวอร์เนียวัดรากที่ยาวที่สุดในกระถางของต้นไม้น้ำอนูเบียสบาเทอรี่ วัดทุกๆ 7 วัน

3.4..6 ลักษณะของราก (แขนง)

ดูลักษณะโดยรวมและนับจำนวนแขนง 1-5 คือจำนวนแขนงน้อย 6-10 คือจำนวนแขนงปานกลาง และ 11-15 คือ จำนวนแขนงมาก

3.4..7 จำนวนหน่อ (หน่อ)

นับจำนวนหน่อที่เกิดใหม่ วัดทุกๆ 7 วัน (มัลลิกา, 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4..8 บันทึกลักษณะการเจริญเติบโตที่ปรากฏ/ความสมบูรณ์ของต้นอนูเบียส ทุกๆ 7 วันจะตรวจวัดและเก็บผลการทดลองของ จำนวนใบ ความกว้างของใบ ความยาวของใบ จำนวนราก ความยาวของราก จำนวนหน่อ (ตารางที่ 1)

3.5 การตรวจวัดคุณสมบัติของน้ำ

6.1ค่านำไฟฟ้า (EC) มิลลิซีเมน/เซนติเมตร

3.6 สภาพแวดล้อม

7.1 อุณหภูมิ

7.2 ความชื้นสัมพันธ์

7.3 ความเข้มแสง

4. การรวมรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การรวบรวมข้อมูล

4.1.1. การเจริญเติบโตและการรอดตาย (จำนวนใบ ความยาวใบ ความกว้างใบ จำนวนราก ลักษณะราก ความยาวราก จำนวนหน่อ)

4.1.2. สภาพแวดล้อม โดยการวัด อุณหภูมิ ความชื้นสัมพันธ์ ความเข้มแสง

4.2 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

นำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis Of Variance, ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD)

5. สถานที่ทำการทดลอง

ฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและพืชน้ำอัจฉริยะ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

6. ระยะเวลาการทดลอง

ใช้เวลาดำเนินการทดลอง 1 เดือน คือ เมษายน 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลและวิจารณ์

ผล

จากการศึกษาผลของการฉีดพ่นใบด้วยฮอร์โมนจิบเบอเรลลิคแอซิคและการเติมสารละลายปุ๋ยในอาหารเพาะเลี้ยงไม้น้ำอนูเบียส (*Anubias barteri* var. *barteri*) เป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่าการใช้ระบบอัตโนมัติในการเพาะปลูกอนูเบียสส่งผลเป็นอย่างดี ซึ่งแสดงผลดังนี้

1. อัตราการรอดตายของต้นไม้น้ำอนูเบียส

ต้นไม้น้ำอนูเบียสที่ถูกนำมาเพาะปลูกโดยระบบอัตโนมัติในการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินและเติมสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำในชุดการทดลองที่ 1 เป็นการทำงานของระบบอัตโนมัติในการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินและเติมสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำ (Automatic) ชุดการทดลองที่ 2 เป็นการทำงานของระบบอัตโนมัติในการเติมสารละลายปุ๋ยเคมีและการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินด้วยมือ ชุดการทดลองที่ 3 เป็นการฉีดผลสารจิบเบอเรลลินและเติมสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำด้วยมือ (manual) พบว่าอนูเนียสมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายใน 3 ชุดการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ 100%

2. การเจริญเติบโตของไม้อนูเบียส

จากการศึกษาผลของการเพาะปลูกอนูเบียสด้วยการฉีดพ่นใบด้วยฮอร์โมนจิบเบอเรลลิคแอ-ซิคและการเติมสารละลายปุ๋ยคมีด้วยระบบอัตโนมัติ แบ่งเป็น 3 ชุดการทดลองคือ

2.1 การเจริญเติบโตทางใบ

2.1.1 จำนวนใบ จำนวนใบเฉลี่ยของไม้น้ำอนูเบียสเมื่อเริ่มต้นการทดลองทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยค่าอยู่ระหว่าง8-12 ใบ เมื่อทดลองฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินและเติมสารละลายปุ๋ยเคมีด้วยระบบอัตโนมัติ กึ่งอัตโนมัติ และทำด้วยมือ เป็นเวลา 21 วัน พบว่าจำนวนใบเฉลี่ยค่อนข้างเพิ่มขึ้น จำนวนใบเฉลี่ย 13.62±0.18 , 13.56±0.98 , 12.31±0.26 ตามลำดับ

2.1.2 ความยาวใบ ความยาวใบเฉลี่ยของไม้น้ำอนูเบียส มีการทดลองทั้ง 3 ชุดการทดลองเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยค่าอยู่ระหว่างคือมีค่าเฉลี่ 4.48±0.59 , 4.75±0.70 , 4.51±0.59 ตามลำดับ เมื่อทดลองใบ เมื่อทดลองฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินและเติมสารละลายปุ๋ยเคมีด้วยระบบอัตโนมัติ กึ่งอัตโนมัติ และทำด้วยมือ เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองเป็นเวลา 21 วัน มีค่าเฉลี่ยทางสถิติค่อนข้างเพิ่มขึ้น ชุดการทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยความยาวใบที่สูงที่สุด คือ 5.40±0.55 ชุดการทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความยาวใบคือ 5.25±0.36 และชุดการทดลองที่ 3 คือ 4.96±0.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ความกว้างของใบ ความกว้างของใบเฉลี่ยของไม้น้ำอนูเบียส เมื่อเริ่มการทดลอง มีค่าไม่แตกต่างกันมางสถิตทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีค่าเฉลี่ยความกว้างของใบ 3.04±0.94 , 3.06±0.45 , 2.88±0.48 ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลา 21 วัน พบว่าความกว้างของใบค่อยข้างเพิ่มขึ้น ความกว้างของใบเฉลี่ย 3.31±0.35 , 3.50±0.51 , 3.31±0.35

2.2 การเจริญเติบโตของหน่อและการแตกหน่อ

2.2.1 จำนวนหน่อ จำนวนหน่อของไม้น้ำอนูเบียส เมื่อเริ่มการทดลอง มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้ง 3 ชุดการทดลอง โดยมีความเฉลี่ยจำนวนหน่อ คือ 0.12±0.34 , 0.5±0.81 , 0.12±0.34 ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง เป็นเวลา 21 วัน มีค่าจำนวนหน่อค่อนข้างเพิ่มขึ้น จำนวนนหน่อของไม้น้ำอนูเบียสเฉลี่ย 1.75±0.40 , 1.50±0.26 , 2.00±0.31

2.3 การเจริญเติบทางราก

2.3.1 จำนวนราก เมื่อเริ่มการทดลอง จำนวนรากของไม้น้ำอนูเบียส มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีค่าเฉลี่ยจำนวนราก คือ 5.18±0.94 , 4.18±0.13 , 4.31±0.54 ตามลำดับ มีลักษณะราก (แขนง) ค่อนข้างน้อยทั้ง 3 ชุดการทดลองโดยให้คะแนนของลักษณะที่เป็นแขนง 1-5 แขนงต่อต้น เมื่อสิ้นสุดการทดลอง มีค่าจำนวนรากค่อนข้างเพิ่มขึ้นและมีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้ง 3 ชุดการทดลอง โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนรากคือ 6.81±0.86 , 6.68±0.89 , 4.43±0.65

2.3.2 ความยาวราก เมื่อเริ่มการดลอง ความยาวของรากที่วัดรากที่ยาวที่สุดของไม้น้ำอนูเบียส มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิตทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีค่าเฉลี่ยความยาวรากคือ 8.31±0.76 , 8.95±0.55 , 7.50±0.66 ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ในชุดการทดลองที่ 1 ความยาวรากสูงสุด มีค่าเฉลี่ยความยาวราก คือ 8.71±0.71 ในชุดการทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยความยาวรากปานกลาง มีค่าเฉลี่ยความยาวรากคือ 8.68±0.86 และในชุดการทดลองที่ 3 มีค่าเฉลี่ยความยาวรากต่ำสุด มีค่าเฉลี่ยความยาวรากคือ 4.96±0.62

3.สภาพแวดล้อมในระหว่างการเพาะปลูก

จากการศึกษาผลของการทำงานของระบบอัตโนมัติในการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินและเติมสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำด้วยระบบอัตโนมัติ ด้วยปุ๋ยที่ความเข้มข้น 350 มิลลิซีเมน/เซนติเมตร พบว่าภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 30-34 องศาเซลเซียล ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 60-80 % ส่วนการเปลี่ยนของสารละลายปุ๋ยที่ใช้พบว่ามีการลดลงของค่า EC อยู่ระหว่าง 10-15 % ในทุกๆ 2 วัน อุณหภูมิน้ำอยู่ระหว่าง 25-27 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของอนูเบียสที่เพาะปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ด้วยการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินที่ใบร่วมกับการเติมสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำด้วยระบบอัตโนมัติ

ค่าที่ตรวจวัด	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3
จำนวนใบเฉลี่ยเริ่มต้น (ใบ) ns	10.06 ±0.65	10.06 ±0.56	9.5 ±0.59
จำนวนใบเฉลี่ยสิ้นสุด (ใบ) ns	13.62 ±0.18	13.56 ±0.98	12.31 ±0.26
ความยาวใบเฉลี่ยเริ่มต้น (ใบ) ns	4.48 ±0.59	4.75 ±0.70	4.51 ±0.59
ความยาวใบเฉลี่ยสิ้นสุด (ใบ)	5.20 ±0.36 ab	5.40 ±0.55 a	4.96 ±0.56 b
ความกว้างใบเฉลี่ยเริ่มต้น (ใบ) ns	0.12 ±0.34	0.50 ±0.81	0.12 ±0.34
ความกว้างใบเฉลี่ยสิ้นสุด (ใบ) ns	1.75 ±0.40	1.50 ±0.26	2.00 ±0.31
จำนวนหน่อเริ่มต้น (หน่อ) ns	5.18 ±0.94	4.18 ±0.13	4.31 ±0.54
จำนวนหน่อสิ้นสุด (หน่อ) ns	1.75 ±0.40	1.50 ±0.26	2.00 ±0.31
จำนวนรากเริ่มต้น (ราก) ns	5.18 ±0.94	4.18 ±0.13	4.31 ±0.54
จำนวนรากสิ้นสุด (ราก) ns	6.81 ±0.86	6.68 ±0.86	4.43 ±0.65
ความยาวรากเริ่มต้น (เซนติเมตร)	8.31 ±0.76	8.95 ±0.55	7.50 ±0.66
ความยาวรากสิ้นสุด (เซนติเมตร)	2.50 ±0.33 a	1.06 ±0.38 b	1.00 ± 0.73 b

หมายเหตุ 1. ns คือ non significant แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติในแนวนอนเดียวกัน ($p>0.05$)

2. ค่าเฉลี่ยที่มีภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกัน ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ลักษณะของไม้น้ำอนูเบียสที่เพาะปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินวันเริ่มต้นด้วยการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินที่ใบร่วมกับการเติมสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำด้วยระบบอัตโนมัติในชุดการทดลองที่ 1 ระบบอัตโนมัติในการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินและเติมสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำ (Automatic)

ต้นที่ 1	ต้นที่ 2	ต้นที่ 3	ต้นที่ 4
ต้นที่ 5	ต้นที่ 6	ต้นที่ 7	ต้นที่ 8
ต้นที่ 9	ต้นที่ 10	ต้นที่ 11	ต้นที่ 12
ต้นที่ 13	ต้นที่ 14	ต้นที่ 15	ต้นที่ 16

ตารางที่ 3 ลักษณะของไม้น้ำอนูเบียสที่เพาะปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินวันเริ่มต้นด้วยการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินที่ใบร่วมกับการเติมสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำด้วยระบบอัตโนมัติในชุดการทดลองที่ 2ระบบอัตโนมัติในการเติมสารละลายปุ๋ยเคมีและการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินด้วยมือ(Semi-autotomatic)

ต้นที่ 1	ต้นที่ 2	ต้นที่ 3	ต้นที่ 4
ต้นที่ 5	ต้นที่ 6	ต้นที่ 7	ต้นที่ 8
ต้นที่ 9	ต้นที่ 10	ต้นที่ 11	ต้นที่ 12
ต้นที่ 13	ต้นที่ 14	ต้นที่ 15	ต้นที่ 16

ตารางที่ 4 ลักษณะของไม้น้ำอนูเบียสที่เพาะปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินวันเริ่มต้นด้วยการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินที่ใบร่วมกับการเติมสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำด้วยระบบอัตโนมัติในชุดการทดลองที่ 3 ด้วยการทำงานด้วยมือทั้งหมด (manual)

ต้นที่ 1	ต้นที่ 2	ต้นที่ 3	ต้นที่ 4
ต้นที่ 5	ต้นที่ 6	ต้นที่ 7	ต้นที่ 8
ต้นที่ 9	ต้นที่ 10	ต้นที่ 11	ต้นที่ 12
ต้นที่ 13	ต้นที่ 14	ต้นที่ 15	ต้นที่ 16

ตารางที่ 5 ลักษณะของไม้น้ำอนูเบียสที่เพาะปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินวันสิ้นสุดการทดลอง (21 วัน) ด้วยการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินที่ใบร่วมกับการเติมสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำด้วยระบบอัตโนมัติในชุดการทดลองที่1ระบบอัตโนมัติในการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินและเติมสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำ

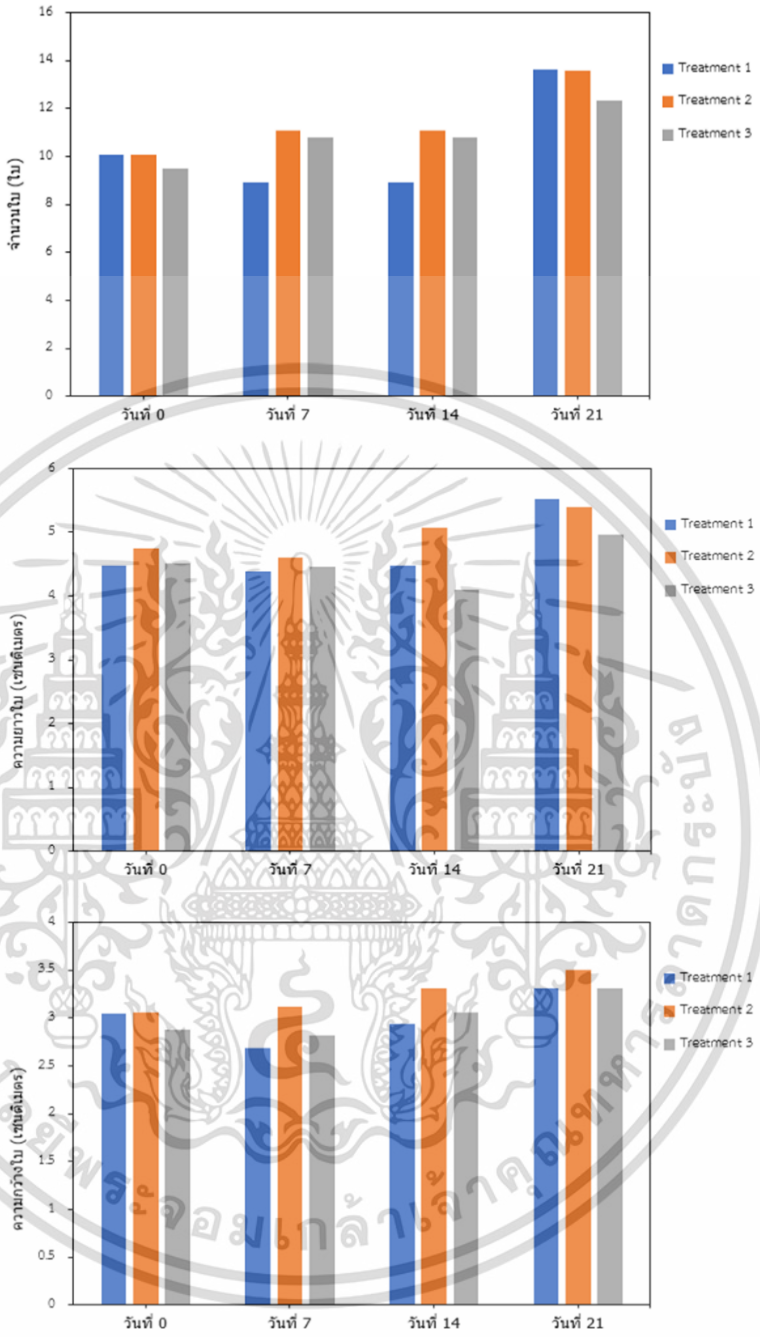
ต้นที่ 1	ต้นที่ 2	ต้นที่ 3	ต้นที่ 4
ต้นที่ 5	ต้นที่ 6	ต้นที่ 7	ต้นที่ 8
ต้นที่ 9	ต้นที่ 10	ต้นที่ 11	ต้นที่ 12
ต้นที่ 13	ต้นที่ 14	ต้นที่ 15	ต้นที่ 16

ตารางที่ 6 ลักษณะของไม้น้ำอนูเบียสที่เพาะปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินวันสิ้นสุดการทดลอง (21 วัน) ด้วยการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินที่ใบร่วมกับการเติมสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำด้วยระบบอัตโนมัติในชุดการทดลองที่ 2 ระบบอัตโนมัติในการเติมสารละลายปุ๋ยเคมีและการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินด้วยมือ (Semi-autotomatic)

ต้นที่ 1	ต้นที่ 2	ต้นที่ 3	ต้นที่ 4
ต้นที่ 5	ต้นที่ 6	ต้นที่ 7	ต้นที่ 8
ต้นที่ 9	ต้นที่ 10	ต้นที่ 11	ต้นที่ 12
ต้นที่ 13	ต้นที่ 14	ต้นที่ 15	ต้นที่ 16

ตารางที่ 7 ลักษณะของไม้น้ำอนูเบียสที่เพาะปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินวันสิ้นสุดการทดลอง (21 วัน) ด้วยการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินที่ใบร่วมกับการเติมสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำด้วยระบบอัตโนมัติในชุดการทดลองที่ 3 ด้วยการทำงานด้วยมือทั้งหมด (manual)

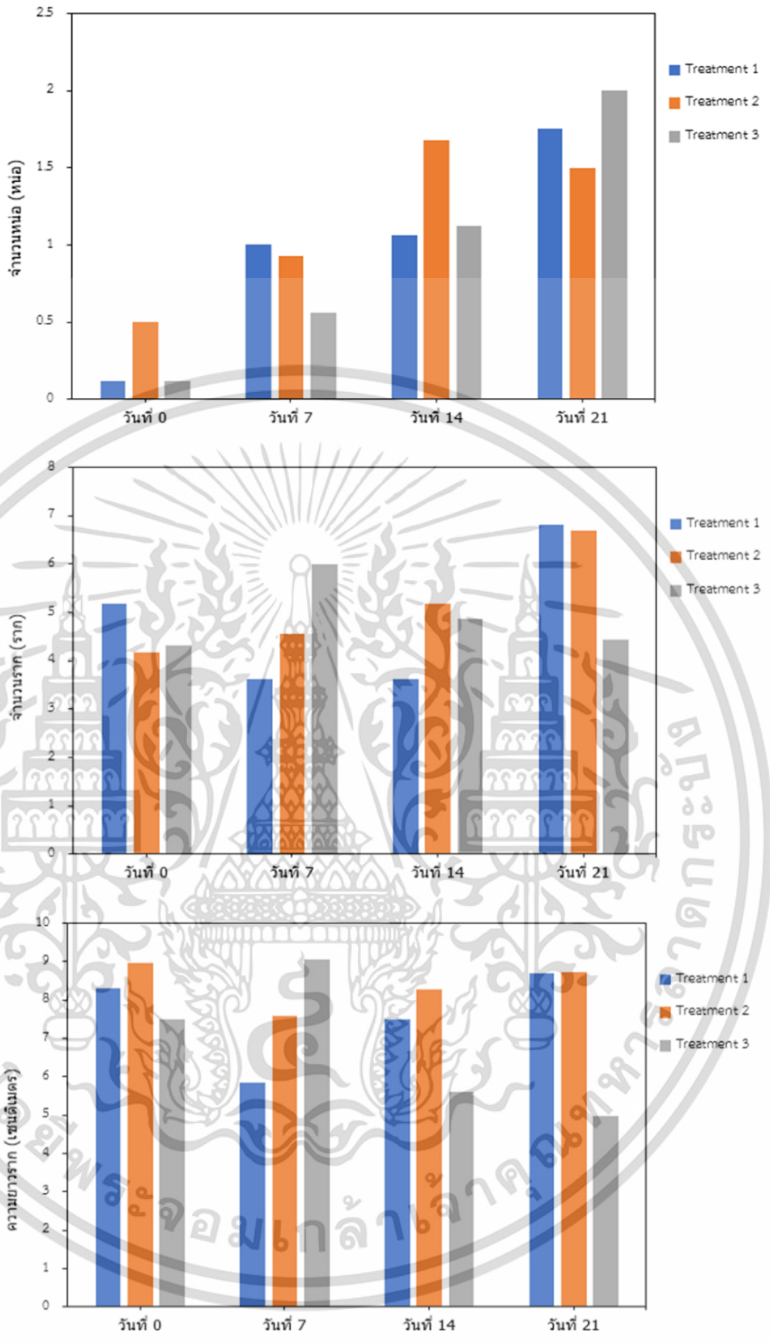
ต้นที่ 1	ต้นที่ 2	ต้นที่ 3	ต้นที่ 4
ต้นที่ 5	ต้นที่ 6	ต้นที่ 7	ต้นที่ 8
ต้นที่ 9	ต้นที่ 10	ต้นที่ 11	ต้นที่ 12
ต้นที่ 13	ต้นที่ 14	ต้นที่ 15	ต้นที่ 16



ภาพที่ 19 ค่าเฉลี่ยของจำนวนใบ ความยาวใบ ความกว้างใบ ของไม้น้ำอนูเบียสที่เพาะปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินวันด้วยการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินที่ใบร่วมกับการเติมสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำด้วยระบบอัตโนมัติในวันที่0,7,14,21

หมายเหตุ : แทนชุดทดลองที่ 1 แทนชุดทดลองที่ 2 แทนชุดทดลองที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 20 ค่าเฉลี่ยของ จำนวนหน่อ จำนวนราก ความยาวรากของไม้น้ำอนูเบียส ที่เพาะปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินวันด้วยการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินที่ใบร่วมกับการเติมสารละลายปุ๋ยเคมีในน้ำด้วยระบบอัตโนมัติใน วันที่ 0,7,14,21

หมายเหตุ : แทนชุดทดลองที่ 1 แทนชุดทดลองที่ 2 แทนชุดทดลองที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์

จากการศึกษาผลของการฉีดพ่นใบด้วยฮอร์โมนจิบเบอเรลลิคแอซิคและการเติมสารละลายปุ๋ยในอาหารเพาะเลี้ยงไม้น้ำอนูเบียส (*Anubias barter*i var. *barteri)* ด้วยระบบอัตโนมัติ พบว่า ชุดการทดลองชุดที่ 1 ที่เป็นชุดการทดลองด้วยระบบฉีดพ่นฮอร์โมนจิบเบลเรลลินและการเติมสารละลายปุ๋ยเคมีด้วยระบบอัตโนมัติทั้งสองระบบ (Automatic) ให้ผลดีที่สุด เพราะพบว่าค่าความเจริญเติบโตของความยาวรากสูงสุด มีค่าเฉลี่ยความยาวราก คือ 8.71±0.71 ในชุดการทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความยาวรากปานกลาง มีค่าเฉลี่ยความยาวรากคือ 8.68±0.86 ในชุดการทดลองที่ 2 และในชุดการทดลองที่ 3 มีค่าเฉลี่ยความยาวรากต่ำสุด มีค่าเฉลี่ยความยาวรากคือ 4.96±0.62 และการเพิ่มขึ้นของความยาวใบ ซึ่งในชุดการทดลองที่ 1 ให้ผลดีที่สุด มีค่าความยาวของใบเฉลี่ย 5.40±0.55 , 5.25±0.36 , 4.96±0.56 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าความเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของ จำนวนใบ ความยาวใบ ความกว้างใบ จำนวนราก และจำนวนหน่อ ในทั้ง 3 ชุดการทดลองในแต่ละสัปดาห์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ จำนวนใบเฉลี่ย 13.62±0.18 , 13.56±0.98 , 12.31±0.26 ตามลำดับ ความกว้างของใบเฉลี่ย 3.31±0.35 , 3.50±0.51 , 3.31±0.35 จำนวนนหน่อของไม้น้ำอนูเบียสเฉลี่ย 1.75±0.40 1.50±0.26 2.00±0.31 และค่าเฉลี่ยจำนวนรากคือ 6.81±0.86 , 6.68±0.89 , 4.43±0.65 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับที่ กาญจนารี และคณะ (2554) ที่กล่าวไว้ว่า พืชน้ำสกุล *Anubius* เป็นพืชน้ำที่มีการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้ช้ามากๆ เมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำชนิดอื่น โดยจะเกิดต้นอ่อนปีละ 1-3 ต้นเท่านั้น

เมื่อเปรียบเทียบการทำงานของทั้ง 3 ชุดการทดลอง พบว่า ชุดการทดลองที่ 1 ดีที่สุด ที่มีค่าของความยาวใบและความยาวของรากเพิ่มมากขึ้น และไม่เป็นเพียงค่าของความเจริญเติบโตของไม้น้ำอนูเบียสในการทดลองดีขึ้นแล้ว แต่เพราะว่าการทำงานและประสิทธิของระบบอัตโนมัติทั้ง 2 ระบบ ด้วยการทำงานของระบบที่อัตโนมัติส่งผลให้การทำงานของระบบถี่ถ้วนแม่นยำ มีปริมาตรของฮอร์โมนที่ฉีดพ่นและปุ๋ยที่เติมที่เท่าๆ กันในทุกๆ ครั้งอย่างสม่ำเสมอ แม้ในบางครั้งที่อาจจะมีอุปสรรคในการทำงาน ทำให้การทำงานในชุดการทดลองที่ 2 และ ชุดการทดลองที่ 3 ที่มีการต้องทำงานด้วยตัวเองอาจจะไม่ถี่ถ้วน และสม่ำเสมอ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่ 1 จึงเป็นผลสรุปได้ว่า ผลของการทำงานในชุดการทดลองที่ 1 ชุดการทดลองการฉีดพ่นใบด้วยฮอร์โมนจิบเบอเรลลิคแอซิคและเติมสารละลายปุ๋ยเคมีด้วยระบบอัตโนมัติมีผลที่ดีทั้งทางด้านการเจริญเติบโตและการจัดการการทำงานระหว่างการเพาะเลี้ยงไม้น้ำอนูเบียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. การเพาะปลูกไม้น้ำอนูเบียสด้วยการฉีดพ่นใบด้วยฮอร์โมนจิบเบอเรลลิคแอซิคและการเติมสารละลายปุ๋ยในอาหารเพาะเลี้ยงไม้น้ำอนูเบียส (*Anubias barter*i var. *barteri)* ด้วยระบบอัตโนมัติสามารถนำชุดต้นแบบมาผลิตอนูเบียสในเชิงพาณิชย์ได้ เพราะไม้น้ำอนูเบียสที่ได้จากการเพาะเลี้ยงมีอัตราการรอดตาย 100% มีการเจริญเติบโตด้านลำต้น ใบ และรากเป็นปกติ

2. ไม้น้ำอนูเบียสที่เพาะเลี้ยงด้วยการฉีดพ่นใบด้วยฮอร์โมนจิบเบอเรลลิคแอซิคและการเติมสารละลายปุ๋ยในอาหารเพาะเลี้ยงไม้น้ำอนูเบียส (*Anubias barter*i var. *barteri)* ด้วยระบบอัตโนมัติทั้งสองระบบ (ชุดการทดลองที่ 1) เหมาะสมที่สุด เพราะให้ผลการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดด้านใบ ลำต้น และราก ให้ผลดีและเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน คือ ความยาวใบและความยาวรากที่มีค่าเฉลี่ยมากอย่างเห็นได้ชัดในวันสิ้นสุดการทดลอง คือ ชุดทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความยาวใบที่สูงที่สุด คือ 5.40±0.55 ชุดการทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยความยาวใบคือ 5.25±0.36 และชุดการทดลองที่ 3 คือ 4.96±0.56 และความยาวของรากในชุดการทดลองที่ 1 มีความยาวรากสูงสุด มีค่าเฉลี่ยความยาวราก คือ 8.71±0.71 ในชุดการทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยความยาวรากคือ 8.68±0.86 และในชุดการทดลองที่ 3 มีค่าเฉลี่ยความยาวรากคือ 4.96±0.62

3. ความเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของไม้น้ำอนูเบียสที่เพาะเลี้ยงทั้ง 3 ชุดการทดลอง แข็งแรงเป็นปกติและไม่พบความผิดปกติ แต่ความเจริญเติบโตทางใบคือความยาวของใบ และรากคือความยาวของราก ควรใช้ชุดต้นแบบในชุดการทดลองที่ 1 คือ ฉีดพ่นใบด้วยฮอร์โมนจิบเบอเรลลิคแอซิคและการเติมสารละลายปุ๋ยด้วยระบบอัตโนมัติทั้งหมด

4. สามารถนำชุดต้นแบบที่ใช้สำหรับการฉีดพ่นฮอร์โมนจิบเบอเรลลินและเติมสารละลายปุ๋ยโดยชุดต้นแบบดังกล่าวมีประสิทธิภาพการทำงานได้ดีและช่วยลดแรงงาน ช่วยลดวิธีการจัดการในการเพาะเลี้ยงไม้น้ำอนูเบียส และการใช้ฮอร์โมนจิบเบอเรลลินและสารละลายปุ๋ยส่งผลให้ความเจริญเติบโตของไม้น้ำอนูเบียสดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. นำระบบอัตโนมัติในการฉีดพ่นฮอร์โมนทางใบและเติมสารละลายปุ๋ยในการเพาะเลี้ยงอนูเบียส ไปปรับใช้ในโรงเรือนและในบ่อขนาดใหญ่ที่ใช้เพาะเลี้ยงในอนูเบียส เช่น การติดตั้งระบบอัตโนมัติในโรงเรือนเพาะเลี้ยงอนูเบียส เป็นต้น เพื่อการผลิตและการจัดการในเชิงพาณิชย์ต่อไป

2. ควรศึกษาปริมาณความเข้มข้นของฮอร์โมนและความเข้มข้นของสารละลายปุ๋ยที่เหมาะสมที่สุดและให้ผลไวที่สุดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและจำนวนผลผลิตของไม้น้ำอนูเบียสให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารและแหล่งอ้างอิง

กัณนิกา บรรยาย. 2552. **ผลของสารจิบเบอเรลลินและแสงต่อปริมาณธาตุอาหารพืชและการออกดอกนอกฤดูของกล้วยไม้ช้างกระ.** วิทยานิพนธ์ มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 152 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2559. **ข้อมูลการส่งออกต้นไม้น้ำไปต่างประเทศ ปี2559**. แหล่งที่มา: http://www.doa.go.th/ard/FileUpload/export/5.4.2/Aquaplant59.pdf. เข้าถึงเมื่อ 3 กรกฎาคม 2564

เฉลิมชัย วงศ์วัฒนะ. 2540. **วัชพืชและการป้องกันกำจัด.** เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาชีววิทยา มหาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. 111 หน้า.

ณัฐพร สังขรเขต. 2553. **ความต้องการธาตุอาหารของอนูเบียส (*Anubias nana*) ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Deep Flow Technique (DFT).** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี หลักสูตรเทคโนโลยีการประมง. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร, ชุมพร 50 หน้า.

นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2537. **ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์รัวเขียว. 124 น. นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2546. สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. เชียงใหม่: ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 103 หน้า.

พัฒน์ พิชาน. 2555. **สวนไม้น้ำ.** สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้เทคโนโลยีการเกษตร บริษัทไทยควอสลิตี้บุ๊คส์ (2006) จำกัด, กรุงเทพมหานคร. 128 หน้า.

พีเดช ทองอำไพ. 2529. **ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์** : แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. หจก. ไดนามิคการพิมพ์ กรุงเทพฯ. 196 หน้า.

พวงผกา คมสัน. 2546. **ขั้นตอนการส่งออกพันธุ์ไม้น้ำและการขอใบรับรองปลอดโรคศัตรูพืช.** เอกสารประกอบการฝึกอบรมการใช้เทคโนโลยีชีวภาพในดินการผลิตพรรณไม้น้ำเพื่อการส่งออก. สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและพรรณไม้น้ำ, กรมประมง. หน้า 120-134.

มนูญ ศิรินุพงศ์. 2544. **การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสู่การปฏิบัติในประเทศไทย.** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, ปัตตานี.

มัลลิกา มิลน้อย. 2550. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของอเมซอลแอฟริกา (*Echinodorus africanus* K. rataj) ที่ปลูกในระบบการปลูกพืชไร้ดินแบบ Deep Flow Techniqu (DFT)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์การประมง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร. 75 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราเชนทร์ วิสุทธิแพทย์ สยาม สินสวัสดิ์ ศิริธรรม สิงโต และ ประธาน โพสวัสสดิ์. 2548. เทคโนโลยีการปลูกพืชไร้ดิน (Soilless Culture). ฝ่ายเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปทุมธานี. 35 หน้า.

วารินี ธรรมชาติไพศาล. 2555. **ปลูกพืชไร้ดิน Amazing Hydroponics.** ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้เทคโนโลยีการเกษตร กรุงเทพมหานคร. 100 หน้า.

ศุภฤกษ์ เชาวลิตตระกูล. 2560. **ระบบปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ.** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, กรุงเทพ. 5 หน้า. สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและพรรณไม้น้ำ. 2551. สถิติการเกษตร. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. กรม ประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุกัญญา พริกจำรูญ. 2548. **คู่มือการเพาะเลี้ยงและส่งออกพรรณไม้น้ำปลาสวยงาม.** สำนักพิมพ์นีออนบุ๊คมีเดีย, นนทบุรี. 130 หน้า.

อารักษ์ ธีรอำพน. 2544. **การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน.** โชคเจริญมาเก็ตติ้ง จำกัด, นครราชสีมา. 130 หน้า.

อาทิตย์ ศรีแก้ว และ กมล ไชยศรี. 2555. **การออกแบบและพัฒนามอดูลการมองเห็นแบบชาญฉลาดสำหรับ ประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรกรรมด้วยเทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์.** สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชศรีมา. 4 หน้า.

อรดี สหวัชรินทร์. 2540. **หลักการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช.** ภาควิชาพืชสวน. คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 38 หน้า.

Arteca, R.N. 1996. **Plant Growth Substances: Principles and Applications.** New York: Chapman & Hall. 332 p.

Crusio, **W.1979.Arevision of *Anubias schott* (Araceae).** Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen. **79(14): 1-48.**

Jensen, J. B. 1997. **Hydroponic: A Practical for the Soilless Grower.** St. Lucie Press. Boca Raton, Florida, USA. 230 p.

Nester, J.E. and J.A.D. Zeevaart. 1988. **Flower development in normal tomato and gibberellin deficient** (ga-2) mutant. Am. J. Bot. 75(1): 45-55

Nuntagij, I., Tongaram, D., Poovarodom, S., Tawinteung, N., Laohavisuti Nongnuch and Na-Songkhla, P. 2001. **Soilless culture training 3th. Department of soil**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Science. Faculty of Agricultural. King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. Bangkok, Thailand.

Moore, R., W.D. Clark, K.R. Stern and D. Vodopich. 1995. **Botany.** Dubugue, IA: Wm. C. Brown Communications. 824 p.

Muhlberg, H. 1982. **The Complete Guide to Water Plant.** EP. Publ. Ltd. , London. 392 pages

Kumar, A., T.K. Biswas, N. Singh and E.P Lal. 2014. **Effect of gibberellic acid on growth, quality and yield of tomato** (Lycopersicon esculentum Mill.). J. Agric. Vet. Sci. 7(7): 28-30.

Rataj, K. and T.J. Horeman. 1977. **Aquarium Plant: Their Identification, Cultivation and Ecology.** T.F.H Publ, Hong Kong. 448 p.

Rataj, K. and T.J. horseman. 1977. Aquarium plant. T.F.H. Publication, Inc. Ltd., West Sylvania. Suntech Hydroponics. 1996. **Nutrient Formulation Programme-VersionII. Suntech Hydroponics**, Neww Zealand. 249 pp.

Sasaki, H., T. Yano and A. Yamasaki. 2005. **Reduction of high temperature inhibition in tomato fruit set by plant growth regulators.** JARQ. 39(2): 135-138.

Techapinyawat, S., 2001, **Plant Physiology**, Kasetsart University, Bangkok, 237 p. (in Thai)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 การเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของไม้น้ำอนูเบียส

ค่าที่ตรวจวัด	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3
จำนวนใบเฉลี่ยเริ่มต้น (ใบ) ^{ns}	10.06 ±0.65	10.06 ±0.56	9.5 ±0.59
จำนวนใบเฉลี่ยสิ้นสุด (ใบ) ^{ns}	13.62 ±0.18	13.56 ±0.98	12.31 ±0.26
ความยาวใบเฉลี่ยเริ่มต้น (ใบ) ^{ns}	4.48 ±0.59	4.75 ±0.70	4.51 ±0.59
ความยาวใบเฉลี่ยสิ้นสุด (ใบ)	5.20 ±0.36 ^{ab}	5.40 ±0.55 ^{a}	4.96 ±0.56 ^{b}
ความกว้างใบเฉลี่ยเริ่มต้น (ใบ) ^{ns}	0.12 ±0.34	0.50 ±0.81	0.12 ±0.34
ความกว้างใบเฉลี่ยสิ้นสุด (ใบ) ^{ns}	1.75 ±0.40	1.50 ±0.26	2.00 ±0.31
จำนวนหน่อเริ่มต้น (หน่อ) ^{ns}	5.18 ±0.94	4.18 ±0.13	4.31 ±0.54
จำนวนหน่อสิ้นสุด (หน่อ) ^{ns}	1.75 ±0.40	1.50 ±0.26	2.00 ±0.31
จำนวนรากเริ่มต้น (ราก) ^{ns}	5.18 ±0.94	4.18 ±0.13	4.31 ±0.54
จำนวนรากสิ้นสุด (ราก) ^{ns}	6.81 ±0.86	6.68 ±0.86	4.43 ±0.65
ความยาวรากเริ่มต้น (เซนติเมตร)	8.31 ±0.76	8.95 ±0.55	7.50 ±0.66
ความยาวรากสิ้นสุด (เซนติเมตร)	2.50 ±0.33 ^{a}	1.06 ±0.38 ^{b}	1.00 ± 0.73 ^{b}

หมายเหตุ 1. ns คือ non significant แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติในแนวนอนเดียวกัน ($p>0.05$)

2. ค่าเฉลี่ยที่มีภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกัน ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติการศึกษา

ชื่อ นางสาวพิรญาณ์ วงษ์ขยาย

เกิดวันที่ 31 ธันวาคม 2541

สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร

ประวัติการศึกษา มัธยมศึกษา : โรงเรียนศรียาภัย จังหวัด ชุมพร

ปริญญาตรี : วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้