ผลของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำ (*Anubias barteri* var. *glabra*) ที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ

Effects of Light Intensity on the Growth of Aquatic Plants *Anubias barteri var. glabra* Cultured in Automatic Aquarium

นางสาวรุ่งทิวา บุญเย็น

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษปีการศึกษา 2563

รับที่...../.....
งานทะเบียนประมวลผล

เรื่อง

ผลของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำ (*Anubias barteri var. glabra*) ที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ

Effects of Light Intensity on the Growth of Aquatic Plants *Anubias barteri var. glabra* Cultured in Automatic Aquarium

ผู้จัดทำ

นางสาวรุ่งทิวา บุญเย็น

นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัญฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ
ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เห็นชอบ/รับรอง

.....

(อาจารย์จักรพงษ์ ศรีพนมยม)

อาจารย์ที่ปรึกษา

โครงงานพิเศษนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษ

เรื่อง

ผลของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำ (*Anubias barteri var. glabra*) ที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ

Effects of Light Intensity on the Growth of Aquatic Plants *Anubias barteri var. glabra* Cultured in Automatic Aquarium

โดย

นางสาวรุ่งทิวา บุญเย็น

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร (หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมงและทะพยากรทางน้ำ)
สถาบันเทคโนโลยีกระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ
ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	ผลของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำ (*Anubias barteri var. glabra*) ที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ
โดย	นางสาวรุ่งทิวา บุญเย็น
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ
คณะ	วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์จักรพงษ์ ศรีพนมยม

บทคัดย่อ

การจัดสร้างชุดต้นแบบของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำอนูเบียสที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ เพื่อลดแรงงานคน สะดวกในการทำงาน โดยนำไม้น้ำอนูเบียสที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในระบบการปลูกพืชแบบไร้ดินมาประดับในตู้ปลาสวยงาม หลักการทำงานของชุดต้นแบบนี้คือการเปิด-ปิดระบบให้ความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ

การศึกษาผลของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ แบ่งเป็น 3 ชุดการทดลอง คือ ชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ให้ความเข้มแสง 1000, 2000 และ 3000 ลักซ์ ตามลำดับ ให้ความเข้มแสง 8 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 1 เดือน พบว่าไม้น้ำอนูเบียสของชุดการทดลองที่ 2 มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด มีจำนวนใบเฉลี่ย 53.40±16.18 และความยาวใบเฉลี่ย 9.67±0.37 ซึ่งแตกต่างกับชุดทดลองที่1 และ 3 ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนอัตราการรอดตายเฉลี่ยของทั้ง 3 ชุดทดลองคือ 100%

ส่วนสีของไม้น้ำอนูเบียสพบว่าค่าสีของใบมีแนวโน้มที่สีของใบจะมีความเข้มของสีเขียวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามระเวลาที่ที่ยาวนานขึ้น ชุดการทดลองที่ 2 และ 3 ให้ผลการเน่าเสียทางใบอนูเบียสต่ำที่สุด และน้อยกว่า ($p<0.05$) ชุดการทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: ไม้น้ำอนูเบียส ชุดต้นแบบ การวัดสี อัตโนมัติ

รุ่งทิวา บุญเย็น
.....
ลายมือชื่อนักศึกษา

.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Effects of Light Intensity on the Growth of Aquatic Plants *Anubias barteri var. glabra* Cultured in Automatic Aquarium
Author	Miss Rungthiwa Bunyen
Major	Fishery Science and Aquatic Resources
Faculty	Prince of Chumphon Campus
Advisor	Mr. Jakkrapong Sripanomyom

Abstract

Construction of a prototype of the light intensity level on the growth of anubius aquatic plants in an automated aquarium. to reduce labor convenient to work Anubias aquatic plants grown in soilless systems were used to decorate a beautiful aquarium. The working principle of this prototype is to automatically turn on and off the light intensity system.

The study of the effect of light intensity on the growth of aquatic plants raised in the automatic aquarium was divided into 3 experimental sets, namely, Experiments 1, 2 and 3 with light intensity 1000, 2000 and 3000 lux accordingly. The light intensity was 8 hours per day for 1 month. of the second set of experiments showed the best growth. The mean leaf count was 53.40±16.18 and leaf length 9.67±0.37, which was not statistically different from experimental set 1 and 3. The average survival rate of the three trials was 100%.

As for the color of the Anubias, the leaf color values tended to slightly increase the intensity of the green leaf color over a longer period of time. The results of experiments 2 and 3 showed the lowest anubias spoilage and significantly less than ($p<0.05$) of experimental set 1.

Keywords: Anubius water plant, prototype kit, color measurement, automatic

Rungthiwa Bunyen .....

Student's signature

.....

Advisor's signatur

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การจัดทำโครงงานพิเศษในครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี จากการสนับสนุนของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ขอขอบพระคุณ อาจารย์จักรพงษ์ ศรีพนมยม อาจารย์วัชรินทร์ รัตนพันธ์ และนายภูมเกียรติ จันทนานนท์ ที่ช่วยให้คำแนะนำ ปรึกษา และแก้ไขปัญหาในระหว่างการทำโครงงานพิเศษฉบับนี้ และขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำทุกท่าน ที่ให้ความรู้ตลอด 4 ปี และชี้แนะแนวทางในระหว่างการทำโครงงานพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ๆ นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการทุกๆ ท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ และขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือตลอดการทำโครงงานพิเศษนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัวที่สนับสนุนทางการศึกษา ช่วยเหลือและให้คำแนะนำและเป็นกำลังใจให้ตลอดเวลา จนทำให้โครงงานพิเศษนี้สำเร็จสมบูรณ์

รุ่งทิวา บุญเย็น

กรกฎาคม 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
คำนิยม	ง
สารบัญ	จ
สารบัญภาพ	ช
สารบัญตาราง	ซ
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
พรรณไม้น้ำอนูเบียส	3
ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์ของไม้น้ำ *Anubias barteri* var. *glabra*	3
ชนิดของอนูเบียส	4
ประโยชน์และความสำคัญของอนูเบียส	11
การขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำ	12
ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชปลูก	13
ธุรกิจพรรณไม้น้ำและการส่งออก	14
แสงกับไม้น้ำ	16
ระบบอัจฉริยะทางการเกษตร	18
การวัดสีของพืชด้วยเครื่องวัดสี (colorimeter)	20
วงจรระบบอัตโนมัติของเครื่องวัดความเข้มแสงอัตโนมัติ	22
อุปกรณ์และวิธีการ	28
อุปกรณ์	28
วิธีการ	30
ผลและวิจารณ์	38
ผล	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

วิจารณ์ 44
สรุปและข้อเสนอแนะ 45
สรุป 45
ข้อเสนอแนะ 45
เอกสารและสิ่งอ้างอิง 46
ภาคผนวก 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	พรรณไม้น้ำอนูเบียส *(Anubias barteri* var. *glabra*)	4
2	พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias afzelii*	5
3	พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias barteri var. nana*	5
4	พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias barteri var. caladiifolia*	6
5	พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias barteri var. angustifolia*	6
6	พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias barteri var. caladiifolia*	7
7	พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias barteri var. glabra*	7
8	พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias gigantean*	8
9	พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias gilletii*	8
10	พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias gracilis*	9
11	พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias hastifolia*	9
12	พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias heterophylla*	10
13	พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias pynaertii*	11
14	เครื่องวัดสี Centasia รุ่น CR-10 Plus	20
15	การจัดต้นไม้ใส่ขอนไม้ก่อนทำการทดลอง	31
16	การเตรียมตู้ทดลองก่อนนำต้นไม้น้ำลงทำการทดลอง	31
17	ระบบและวงจรชุดต้นแบบของระดับความเข้มแสง	35
18	ระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ	35
19	ลักษณะสีของใบของต้นไม้น้ำอนูเบียสที่นำมาให้ความเข้มแสง 1000 ลักซ์	40
20	ลักษณะสีของใบของต้นไม้น้ำอนูเบียสที่นำมาให้ความเข้มแสง 2000 ลักซ์	40
21	ลักษณะสีของใบของต้นไม้น้ำอนูเบียสที่นำมาให้ความเข้มแสง 3000 ลักซ์	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ชนิดพรรณไม้น้ำที่มีการส่งออกมากที่สุด 10 อันดับแรกในปี 2557	15
2	องค์ประกอบและการใช้งานของวงจรระบบอัตโนมัติของเครื่องวัดความเข้มแสงอัตโนมัติ	22
3	การเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของไม้น้ำอนูเบียสที่ระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ	42
4	ค่าสีใบของไม้น้ำอนูเบียสที่ระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ	43

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ผลของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ (วันที่ 0-14)	50
2	ผลของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ (วันที่ 21-28)	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

โดยธรรมชาติแล้วพรรณไม้น้ำ นอกจากมีความสวยงามแล้วยังมีประโยชน์อย่างยิ่งกับปลาที่เลี้ยงอยู่ร่วมกัน ตู้ปลาที่มีพรรณไม้น้ำอยู่มากจะทำให้ปลามีสุขภาพดี สีสวย พรรณไม้น้ำเป็นที่เกาะของแบคทีเรียที่ย่อยสลายสารประกอบไนโตเจนที่เป็นพิษกับปลา ทำให้น้ำบริสุทธิ์มากขึ้น เป็นแหล่งอาหาร ที่หลบซ่อนศัตรูและวางไข่ ปัจจุบันการจัดตู้ปลาได้รับความนิยมสูงมาก เพราะนอกจากจะให้ความเพลิดเพลินแก่ผู้เลี้ยงแล้ว ยังให้ความสุขและความสวยงามแก่ผู้พบเห็นอีกด้วย นอกจากนี้ ยังมีส่วนช่วย กำจัดยุง ซึ่งเป็นพาหะในการนำเชื้อ โรคร้ายมาสู่มนุษย์เพราะปลาตู้ส่วนมากจะชอบกินลูกน้ำมากกว่าอาหารชนิดอื่นๆ และไม่ทำให้น้ำในตู้ปลาขุ่นเหมือนอาหารชนิดอื่นๆ อีกด้วยในการจัดตู้ปลานี้ นอกจากจะจัดกันภายในบ้านแล้ว ยังมีการจัดตู้ปลากันในสถานศึกษา หรือหน้าร้านต่าง ๆ เพื่อเป็นการพัฒนาสภาพจิตใจและร่างกายของมนุษย์ในสังคมให้ดีขึ้น (มัสยา, 2558)

พรรณไม้น้ำดำรงชีวิตโดยการสร้างอาหารจากการสังเคราะห์แสงเช่นเดียวกับพืชบก โดยเป็นสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ผลิตอาหารขั้นตอน (Primary production) พรรณไม้น้ำสังเคราะห์แสงในตอนกลางวันหรือขณะที่มี แสงโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ในน้ำ แหล่งของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ นอกจากจะได้จาก การแพร่ผ่านจากอากาศลงในน้ำแล้วยังได้มาจากขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆ ของแบคทีเรียที่ อาศัยอยู่ ในน้ำ และจากการหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำอีกด้วย (James, 1986) อย่างไรก็ตามปัจจัยที่สำคัญในขบวนการ สังเคราะห์แสงที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ แสง สุชาดา (2530) กล่าวว่า แสงจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต และเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะของพรรณไม้น้ำและพรรณไม้น้ำที่อาศัยอยู่ในระดับความลึกต่างๆกัน ก็จะได้รับ ปริมาณแสงแตกต่างกันด้วย ถ้าปริมาณแสงน้อยเกินไปพรรณไม้น้ำจะไม่เจริญเติบโตและตายได้ แต่ถ้าปริมาณ แสงมากเกินไปจะทำให้เกิดปัญหาตะไคร่น้ำเกาะตามส่วนต่างๆ ของพรรณไม้น้ำ (มณีรัตน์, 2547) พรรณไม้น้ำที่ เลี้ยงไว้ในตู้แต่ละชนิดมีความต้องการปริมาณความเข้มของแสงที่แตกต่างกัน นอกจากปริมาณความเข้มแสงที่ได้ จากแหล่งธรรมชาติแล้ว ยังมีแหล่งที่มาของแสงจากหลอดไฟ ซึ่งสามารถควบคุมปริมาณความเข้มของแสงและ ระยะเวลาในการให้แสงแก่พรรณไม้น้ำได้ หากปลูกพรรณไม้น้ำชนิดต่างๆ ในตู้ไว้ด้วยกันก็น่าจะมีการศึกษาถึง ความสัมพันธ์ของแสงที่เหมาะสมสำหรับพรรณไม้น้ำแต่ละชนิดเพื่อให้พรรณไม้ น้ำเจริญเติบโตได้ดีและสวยงามใกล้เคียงกันมากที่สุดภายในตู้

การศึกษาการใช้ชุดต้นแบบของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ จะช่วยประหยัดเวลา และสะดวกมากขึ้นเพราะใช้ระบบอัตโนมัติในการควบคุมการเปิด-ปิดไฟ และยังให้ความเข้มแสงอย่างสม่ำเสมอ และมีความแม่นยำมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างชุดต้นแบบของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำอนูเบียส

2. ผลของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ ต่อการเจริญเติบโต การรอดตาย และความสมบูรณ์ของไม้น้ำอนูเบียส

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถสร้างชุดต้นแบบของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำอนูเบียสได้

2. ทราบผลของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติต่อการเจริญเติบโต การรอดตาย และความสมบูรณ์ของไม้น้ำอนูเบียส

3. สามารถพัฒนาต่อยอดชุดต้นแบบของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

พรรณไม้น้ำ

พรรณไม้น้ำหรือพืชน้ำ (aquatic plant, water plant หรือ hydrophyte) หมายถึง พรรณไม้น้ำหรือพืชที่ขึ้นอยู่ใต้น้ำมีลักษณะรูปทรงลำต้นและสีสันสวยงาม โดยพืชนั้นอาจจะเจริญลอยที่ผิวน้ำ ใต้ผิวน้ำ โผล่ขึ้นเหนือน้ำหรืออยู่ตามชายน้ำริมตลิ่งหรือริมคูคลอง และรวมถึงพืชที่ชอบเจริญอยู่ตามน้ำขังแฉะ (กัลยารัตน์, 2558) ไม้น้ำหลายชนิดเป็นที่นิยมในด้านไม้ประดับจึงมีผู้คนนิยมปลูกมากขึ้น และมีความเชื้อเกี่ยวกับเรื่องดวงและฮวงจุ้ยด้วย สามารถนำมาปลูกประดับเพื่อความสวยงามและเจริญได้ดีในตู้เลี้ยงปลาหรือตู้พรรณไม้น้ำ (รุ่งนภา, 2558)

ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์ของ *Anubias barteri* var. *glabra*

Anubias barteri var. *glabra* 'Minima' พันธุ์นี้ มักขายโดยมีชื่อว่า Anubias minimaซึ่งในปัจจุบันไม่มีสายพันธุ์ดังกล่าวแล้ว (ชื่อเดิมคือ A. minima A. Chev พ.ศ. 2452.)

Crusio (1979) รายงานลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพรรณไม้น้ำอนูเบียส (*Anubias barteri* var. *glabra*) ไว้ดังนี้

Kingdom: Plantae
Division: Angiosperms
Class: Monocots
Order: Alismatales
Family: Araceae
Genus: *Aunbias*
Species: *barteri*
Variety: A. b. var. glabra

อนูเบียสเป็นพืชพื้นเมืองเขตร้อนในแอฟริกากลางและแอฟริกาตะวันตก อนูเบียสเติบโตในแม่น้ำและลำธารเป็นหลัก แต่ยังสามารถพบได้ในบึง อนูเบียสมีลักษณะของใบที่กว้าง หนา สีเข้ม ใบนั้นมีในหลายรูปแบบที่แตกต่างกัน มักเจริญเติบโตในที่ร่ม เป็นพืชที่ถูกตั้งชื่อตามเทพเจ้าอียิปต์สุสาน , พระเจ้าของชีวิตหลังความตาย (Egyptian god Anubis) หรือเทพเจ้าอนูเบียส ในปี 1857 Heinrich Wilhelm เป็นคนแรกที่ตั้งชื่อสกุลให้กับพรรณไม้น้ำชนิดนี้ และต่อมาถูกแก้ไขในปี 1979 ระบบการตั้งชื่อโดยส่วนใหญ่สามารถกำหนดตามชนิดและลักษณะของช่อดอก อนูเบียสชนิด Schott กับชนิด Afzelii เป็นที่นิยมมากที่สุดเพราะดูแลรักษาง่ายที่สุด เนื่องจากใช้แสงน้อย และความต้องการธาตุอาหารต่ำมาก นอกจากนั้น ปลาหรือสัตว์น้ำที่กินพืชเป็นอาหารส่วนใหญ่จะไม่กัดกิน ด้วยเหตุผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล่านี้จึงกล่าวได้ว่า อนูเบียสเป็นพรรณไม้น้ำที่สามารถใช้ตกแต่งในตู้ปลาได้ดี พรรณไม้น้ำในวงศ์ Areceae เป็นพืชล้มลุกหลายฤดู มีลำต้นเป็นแท่งใต้ดินและแทงขึ้นมาเหนือดิน ใบแตกจากต้นสีเขียวเข้ม ดอกสีน้ำตาลขนาดเล็กไม่มีก้านดอกออกรวมเป็นช่อแบบสแปดิก มีกาบประดับลักษณะคล้ายใบ เป็นพืชเจริญเติบโตช้าและอยู่ใต้น้ำได้ยาวนานไม่ต้องตัดแต่งบ่อย (อรพรรณ และคณะ, 2553)

Aubias barteri var. glabra (ชื่อพ้อง: Anubias lanceolata, Anubias minima) (ภาพที่ 1-3) มีขนาดใหญ่ Anubias barteri ใบแคบมีก้านใบยาวได้ถึง 35 ซม. (14 นิ้ว) ใบเป็นรูปหอกยาวสูงสุด 21 ซม. (8 นิ้ว) กว้าง 9 ซม. (3.5 นิ้ว) พืชชนิดนี้จะมีความสูงได้ถึง 30 ถึง 50 ซม. (12-20 นิ้ว) ในตู้ปลาดังนั้นจึงเหมาะสำหรับถังขนาดใหญ่ที่อยู่ด้านหลัง เหมาะสำหรับบ่อในสภาพแวดล้อมทีอบอุ่น อัตราการเจริญเติบโตตามปกติคือ 4-8 ใบต่อปี (Crusio, 1979)

ภาพที่ 1 พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Aubias barteri var. glabra*
ที่มา : Crusio (1979); https://www.aquasabi.com/Anubias-barteri-var-glabra-Pot

ชนิดของอนูเบียส

Crusio (1979) รายงานพรรณไม้น้ำที่พบมากในแอฟริกา (เขตร้อนชื้น) มีทั้งหมด 8 ชนิด (Species) จำนวน 12 สายพันธุ์ (Varity) ดังนี้

1. *Anubias afzelii* ลักษณะทั่วไปมีเหง้าคืบคลานหนา 1-4 เซนติเมตร ใบสีเขียวเข้มเป็นรูปรีรูปหอก ก้านมีความยาว 20 เซนติเมตร แผ่นใบยาว 13-35 เซนติเมตร มีความกว้าง 3-13 เซนติเมตร มีจำนวนใบ 5-8 ใบ ดอกจะออกในช่วงเดือนเมษายน-กรกฎาคม พบแพร่กระจายในแอฟริกาตะวันตก ได้แก่ สาธารรัฐเซเนกัล สาธารณรัฐกิน ประเทศเซียร์ราลีโอน และ ประเทศมาลี สามารถเจริญเติบโตได้ดีบริเวณริมฝั่งแม่น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2 พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias afzelii*

ที่มา: Crusio (1979); https://www.fishkeeper.co.uk/databank/anubias-afzellii3333

2. *Anubias barteri* var. *barteri* ลักษณะทั่วไปมีสีเขียวเข้มเป็นรูปไข่ปลาเรียวแหลม ก้านมีความยาว 6-23 เซนติเมตร แผ่นใบยาว 7-23 เซนติเมตร มีความกว้าง 4-11 เซนติเมตรดอกจะออกตลอดทั้งปี พบแพร่กระจายในแอฟริกา ได้แก่ ประเทศกินี ประเทศไลบีเรีย ประเทศโกตดิวัวร์ ประเทศไนจีเรีย เกาะเฟร์นันดู ประเทศแคเมอรูน ประเทศกาบอง และ สาธารณรัฐประชาธิปไตยคองโก สามารถเจริญเติบโตได้ดีบริเวณฝั่งแม่น้ำและบริเวณพื้นหิน

ภาพที่ 3 พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias barteri* var. *barteri*

ที่มา: Crusio (1979); https://www.aquasabi.com/Anubias-barteri-var-barteri

3. *Anubias barteri* var. *nana* ลักษณะทั่วไปมีใบสีเขียวเข้มเป็นรูปไข่ ปลายเหลียวแหลม ก้านมีความยาว 2-4 เซนติเมตร ก้านใบยาวกว่าแผ่นใบ 5 เท่า กว้าง 6 เซนติเมตร พบแพร่กระจายในแอฟริ ได้แก่ ประเทศแคเมอรูน สามารถเจริญเติบโตได้ดีบริเวณฝั่งแม่น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4 พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias barteri* var. *nana*
ที่มา: Crusio (1979); http://tropica1.com/en/plants

4. *Anubias barteri* var. *angustifolia* ลักษณะทั่วไปมีใบสีเขียวเข้มเป็นรูปรีใบหอก ก้านมีความยาว 4-32 เซนติเมตร แผ่นใบยาว 8-18 เซนติเมตร มีความกว้าง 5-91 เซนติเมตร ดอกจะออกตลอดทั้งปี พบแพร่กระจายในแอฟริกาตะวันตก ได้แก่ประเทศกินี และ ประเทศแคเมอรูน สามารถเจริญเติบโตได้ดีบริเวณฝั่งแม่น้ำ

ภาพที่ 5 พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias barteri* var. *angustifolia*
ที่มา: Crusio (1979); http://tropica.com/en/plants/

5. *Anubias barteri* var. *caladiifolia* ลักษณะทั่วไปมีใบสีเขียวเข้มเป็นหัวลูกศร ก้านมีความยาว 10-54 เซนติเมตร แผ่นใบยาว 10-23 เซนติเมตร มีความกว้าง 5-14 เซนติเมตร ดอกจะออกตลอดทั้งปี พบแพร่กระจายในแอฟริกา ได้แก่ ประเทศไนจีเรีย และประเทศแคเมอรูน สามารถเจริญเติบโตได้ดีบริเวณฝั่งแม่น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6 พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias barteri* var. *caladiifolia*
ที่มา: Crusio (1979); http://tropica.com/en/plants/

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

ภาพที่ 7 พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias barteri* var. *glabra*
ที่มา: Crusio (1979); https://www.aquasabi.com/Anubias-barteri-var-glabra-Pot

7. *Anubias gigantean* ลักษณะมีเหง้าคืบหลานหนา 1-3 เซนติเมตร ใบสีเขียวเข้มเป็นรูปใบหอก แผ่นใบยาว 13-30 เซนติเมตร มีความกว้าง 5-14 เซนติเมตร ใบยาวถึงก้านมีความยาว 83 เซนติเมตร ดอกจะออกในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน พบแพร่กระจายในแอฟริกาตะวันตก ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเทศเซเนกัล ประเทศเซียร์ราลีโอน ประเทศไลบีเรีย ประเทศโกตดิวัวร์ และ ประเทศโตโก สามารถเจริญเติบโตได้ดีบริเวณลำธารที่เป็นพื้นหิน

ภาพที่ 8 พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias gigantean*
ที่มา: http://aquaticarts.com/products/anubias-gigantea-tissue-culture

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

ภาพที่ 9 พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias gilletii*
ที่มา: Crusio (1979)

9. *Anubias gracilis* ลักษณะทั่วไปมีใบสีเขียวเข้มเป็นลูกศร แผ่นใบยาว 7-12 เซนติเมตร ก้านใบยาว 33 เซนติเมตร ดอกจะออกในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม พบแพร่กระจายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอฟริกาตะวันตก ได้แก่ ประเทศเซเนกัล และ ประเทศเซียร์ราลีโอน สามารถเจริญเติบโตได้ดีบริเวณแอ่งน้ำ

ภาพที่ 10 พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias gracilis*
ที่มา: https://www.allpondsolutions.co.uk/anubias-gracilis/

10. *Anubias hastifolia* ลักษณะทั่วไปมีเหง้าคืบหลานหนา 0.5-1.5 เซนติเมตร ใบสีเขียวเข้มเป็นรูปลูกศร ใบยาวจนถึงก้านมีความยาว 9-67 เซนติเมตร ดอกจะออกตลอดทั้งปี พบแพร่กระจายในแอฟริกา ได้แก่ ประเทศนากา ประเทศไนจีเรีย ประเทศแคเมอรูน ประเทศกาบอง และประเทศซาอีร์ สามารถเจริญเติบโตได้ดีบริเวณร่มรื่น บนฝั่งของน้ำตกในป่า

ภาพที่ 11 พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias hastifolia*
ที่มา: Crusio (1979); http://floridaaquatic.com/aquarium_plants_1.html6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ภาพที่ 12 พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias heterophylla*
ที่มา: Crusio (1979); https://www.aquasabi.de/wasserpflanzen/aufsitzer/anubias-heterophylla

12. *Anubias pynaertii* ลักษณะทั่วไปมีเหง้าคืบหลานหนา 0.5-1.5 เซนติเมตร ใบสีเขียวเข้มเป็นรูปหอก แผ่นใบยาว 9-29 เซนติเมตร มีความกว้าง 4-14 เซนติเมตร ก้านมีความยาว 10-45 เซนติเมตร ดอกจะออกในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน พบแพร่กระจายในแอฟริกา ได้แก่ประเทศกาบอง สาธารณรัฐประชาธิปไตยคองโก ประเทศไลบีเรีย และ ประเทศซีอาร์ สามารถเจริญเติบโตได้ดีบริเวณลำธาร และในแม่น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 13 พรรณไม้น้ำอนูเบียส *Anubias pynaertii*

ที่มา: Crusio (1979); http://www.volkersaquarium.com/fish_and_plants/plants/plant_list.htm8

ประโยชน์และความสำคัญของอนูเบียส

อนูเบียส เป็นพรรณไม้น้ำที่ตั้งชื่อตามเทพเจ้าอนูบิส ซึ่งเป็นเทพเจ้าของชาวอียิปต์ อนูเบียสจัดเป็นพรรณไม้น้ำที่ดูแลง่าย และมีการเจริญเติบโตเร็ว นิยมปลูกกลางตู้และฉากหลังตู้ พรรณไม้น้ำมีความหลากหลายของชนิด สีสันและยังมีประโยชน์ที่บ่งบอกถึงคุณภาพน้ำและการดำรงชีวิตของปลาในตู้ช่วยทำให้ปลามีสุขภาพดี สีสวยเพราะพรรณไม้น้ำจะเป็นที่เกาะของแบคทีเรียที่ย่อยสลายสารประกอบไนโตรเจนที่เป็นพิษกับปลาทำให้น้ำบริสุทธิ์มากขึ้น เป็นที่วางไข่ของปลา และพรรณไม้น้ำยังช่วยกำจัดของเสียที่ขับถ่ายออกจากตัวปลาใช้เป็นปุ๋ยสำหรับการเจริญเติบโตและนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลาหายใจออกไปใช้ในการสังเคราะห์แสง รากของไม้น้ำในตู้ปลายังทำให้พื้นตู้ปลาสะอาดอีกด้วย จากลักษณะดังกล่าวทำให้พรรณไม้น้ำอนูเบียสเป็นที่นิยมของตลาดและมีมูลค่าการส่งออกสูง ซึ่งจะพบว่าการส่งออกพรรณไม้น้ำ ในปี 2547 มีปริมาณการส่งออกเป็นอันดับสาม แต่ในปี 2550 อนูเบียสมีการส่งออกมากที่สุด โดยสัดส่วนการส่งออกคิดเป็นร้อยละ 16.85 ของมูลค่ารวมพรรณไม้น้ำที่ส่งออกทั้งหมด และประเทศไทยมีศักยภาพในการเพาะขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำทั้งพันธุ์ท้องถิ่นของไทยและพันธุ์ต่างประเทศ เนื่องจากมีสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม นอกจากนี้ ยังมีการปรับปรุงพันธุ์พรรณไม้น้ำให้มีความหลากหลายโดยวิธีการฉายรังสีและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ซึ่งดำเนินการโดยกลุ่มวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพพรรณไม้น้ำ สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง วัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์พรรณไม้น้ำโดยใช้เทคโนโลยีดังกล่าว คือ เพื่อการผลิต การปรับปรุงพันธุ์ การเก็บรักษาพันธุ์ และพัฒนาพันธุ์พรรณไม้น้ำให้มีคุณภาพในปริมาณมาก มีสี และลักษณะสวยงามหลากหลายหรือเป็น “พันธุ์กลาย” ซึ่งจะมีเป็นประโยชน์ในด้านการผลิตเชิงพาณิชย์ และเพิ่มศักยภาพในการส่งออก (รุ่งนภา, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปณิธาน และ จักรกฤษณ์ (2559) กล่าวว่าชนิดของพรรณไม้น้ำที่มีมูลค่าการส่งออกสูงได้แก่ อนูเบียส (Anubias) บัวสายบัวประดับ(Nymphaea) อะเมซอน (Echinodorus) ขาไก่ (Hygrophila) และสาหร่ายคาบอมบา (Cabomba) ดังแสดงในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าในปี 2557 พรรณไม้น้ำชนิดอนูเบียสมีสัดส่วนมูลค่าการส่งออกมากที่สุดถึงร้อยละ 22.94 รองลงมาได้แก่ บัวประดับ อะเมซอน และขาไก่ ซึ่งมีสัดส่วนมูลค่าการส่งออกเท่ากับ15.19 8.20 6.96และ 5.93 ตามลำดับ

การขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำ

บุญดี (2548) กล่าวว่าพรรณไม้น้ำสวยงามเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญ และมีความต้องการของตลาดจำนวนมาก แต่กำลังผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการ การขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้ผลผลิตที่มากขึ้น จึงมีวิธีขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำ ดังนี้

1. การขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ คือ การขยายพันธุ์โดยการใช้เมล็ด เช่น สันตะวา แอมมาเนีย และอเมซอล ฯลฯ

2. การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ได้แก่

2.1 ขยายพันธุ์โดยเกิดสปอร์ จะมีกลุ่มอับสปอร์เรียงตัวตามแนวเส้นกลางในบริเวณด้านล่างของแผ่นใบ พรรณไม้น้ำที่ขยายพันธุ์โดยเกิดสปอร์ เช่น รากดำใบยาว

2.2 ขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนต่างๆของพืช ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ของพืช ดังนี้

2.2.1 ขยายพันธุ์ด้วยลำต้น โดยการตัดยอดจากต้นพันธุ์ จะต้องตัดลำต้นให้มีจำนวนไม่น้อยกว่า 2-3 ข้อ แล้วนำไปปลูกบนแปลงดินหรือพืชกรวดขนาดเล็ก พรรณไม้น้ำที่ขยายพันธุ์โดยใช้ลำต้น เช่น ผักเป็ดน้ำ แอมมาเนีย สาหร่ายคาบอมบ้า และสาหร่ายเดนซ่า เป็นต้น

2.2.2 ขยายพันธุ์ด้วยหน่อ เป็นลำต้นใต้ดิน ลักษณะเป็นลำต้นสั้นและใหญ่ โดยแยกต้นอ่อนที่เกิดไปปลูกบนพื้นดินหรือกรวดขนาดเล็ก พรรณไม้น้ำที่ขยายพันธุ์โดยใช้หน่อ เช่น อนูเบียส (*Anubias sp.*) และโลบิเลีย เป็นต้น

2.3 ขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยใช้ชิ้นส่วนต่างๆ ของพรรณไม้น้ำ เช่น ยอด ใบ ราก และส่วนอื่นๆ แล้วนำไปเพาะเลี้ยงในอาหารวิทยาศาสตร์ในสภาพปลอดเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งใช้ได้กับพรรณไม้น้ำเกือบทุกชนิด

ปัจจุบันได้มีการนำเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชไปใช้ในการผลิตพรรณไม้น้ำเชิงพาณิชย์มากขึ้น เนื่องจากเป็นวิธีการขยายพันธุ์ที่ทำให้ได้ต้นอ่อนปริมาณมาก สม่ำเสมอ ในระยะเวลาสั้น จึงช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนต้นพันธุ์สำหรับพรรณไม้น้ำบางชนิดที่มีการขยายพันธุ์ได้ช้าโดยวิธีการขยายพันธุ์ปกติ นอกจากนี้การขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อยังทำให้ได้ต้นพันธุ์ที่สะอาด ปราศจากโรคแมลงศัตรูพืช มีความแข็งแรงเติบโตได้ดี จึงเหมาะสำหรับการนำออกปลูกเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโรงเรือนแบบปิด (Green house) ด้วยวิธีการเลี้ยงในระบบไร้ดิน (Soilless culture) เพื่อให้สามารถควบคุมคุณภาพของผลผลิตได้ตามมาตรฐานส่งออก (กาญจนรีและคณะ, 2558)

ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชปลูก

อารักษ์ (2544) ได้กล่าวว่าปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชปลูกมี 2 ปัจจัยดังนี้

1. ปัจจัยทางด้านพันธุกรรมโดยมียีน (Gene) เป็นตัวกำหนดลักษณะต่างๆ ของพืช เช่นการเจริญเติบโตของพืช สี ความสูง ขนาด ความสามารถในการให้ผลผลิตของพืช

2. ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม

2.1 อุณหภูมิ ที่เหมาะสมสำหรับพืชทั่วไปอยู่ระหว่าง 15-40 องศาเซลเซียสอุณหภูมิที่สูงหรือต่ำกว่านี้ จะทำให้การเจริญเติบของพืชลดลงอย่างรวดเร็วและช่วงการเจริญเติบโตของพืช อุณหภูมิ มีผลกระทบโดยตรงกับการสงเคราะห์แสง การหายใจ การดูดธาตุอาหาร การคายน้ำและกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ อุณหภูมิ มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเนื่องจากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำจะลดลงทำให้ไม่มีออกซิเจนเพียงพอต่อการหายใจของราก

2.2 ความชื้น เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชถ้าดินมีความชื้นสูงหรือต่ำเกินไปจะมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืชหากรากไม่สามารถดูดน้ำได้ทันกับอัตราการคายน้ำของพืช จะทำให้การเจริญเติบโตของพืชชะงัก และเซลล์ของพืชไม่เต่งตึงเท่าที่ควร

2.3 แสง ตามธรรมชาติจะใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานเพื่อทำให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสงที่ใบหรือส่วนที่มีสีเขียวโดยมีคลอโรฟิลล์เป็นตัวรับแสงเพื่อเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ให้เป็นกลูโคสและก๊าซออกซิเจน ทั้งคุณภาพแสง ความเข้มแสงและระยะเวลาที่พืชได้รับแสง ล้วนมีการเจริญเติบโตของพืช

2.4 อากาศ พืชใช้ก๊าซออกซิเจนในกระบวนการหายใจ เพื่อเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งถูกเก็บไว้ในรูปพลังงานเคมีให้เป็นพลังงาน เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนกระบวนการเมตาโบลิซึมต่างๆ รากพืชมักจะขาดออกซิเจน จึงจำเป็นต้องให้ออกซิเจนในจำนวนที่เพียงพอต่อความต้องการของพืชโดยการให้ในรูปของฟองอากาศที่แทรกอยู่ในสารละลายด้วยการใช้ปั๊มลมหรือการใช้น้ำระบบหมุนเวียน ถ้าในดินหรือวัสดุปลูกมีออกซิเจนไม่เพียงพอพืชจะมีรากยาว สีขาว

2.5 ความเป็นกรดด่าง (pH) มีผลทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตเพราะเกี่ยวข้องกับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช นั่นคือ pH 5.5-6.5 เป็นช่วงที่ธาตุอาหารทุกธาตุมีประโยชน์สำหรับพืชความเป็นประโยชน์ของธาตุเหล็กและสังกะสีจะเปลี่ยนไปตามค่า pH ของสารละลายหรือการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักบางธาตุ เช่น ฟอสฟอรัส ดังนั้นการควบคุมpH หรือการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารจึงจำเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธุรกิจพรรณไม้น้ำและการส่งออก

ในประเทศไทยได้มีการส่งออกพรรณไม้น้ำหลายชนิด โดยชนิดของพรรณไม้น้ำที่มีมูลค่าการส่งออกสูงได้แก่ อนูเบียส (*Anubias*) บัวสายบัวประดับ (*Nymphaea*) อะเมซอน (*Echinodorus*) ขาไก่ (*Hygrophila*) และสาหร่ายคาบอมบา (*Cabomba*) ซึ่งในปี 2557 พรรณไม้น้ำชนิดอนูเบียสมีสัดส่วนมูลค่าการส่งออกมากที่สุด ถึงร้อยละ 22.94 รองลงมาได้แก่ บัวประดับ อะเมซอน และขาไก่ ซึ่งมีสัดส่วนมูลค่าการส่งออกเท่ากับ 15.19 8.20 6.96และ 5.93 ล้านบาท ตามลำดับ (ปณิธาน และจักรกฤษณ์, 2559)

กรมวิชาการเกษตร (2561) รายงานสถิติการส่งออกพรรณไม้น้ำอนูเบียส (*Anubias* sp.) ของไทยในปี 2561 มีปริมาณ 614,046 ต้น ซึ่งมีมูลค่า 1,133,619 บาท เป็นพรรณไม้น้ำอันดับที่ 3 ที่มีการส่งออกรองจาก Elodea และ Nymphaea

ปณิธาน และ จักรกฤษณ์ (2559) ศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนพรรณไม้น้ำ 2 ชนิด คือ อนูเบียสและอเมซอน ซึ่งจากการสัมภาษณ์ประกอบการพรรณไม้น้ำเพื่อส่งออกแบบการศึกษาพบว่าปัจจัยการผลิตที่สำคัญในธุรกิจพรรณไม้น้ำ คือ ต้นพันธุ์ ที่ดินแหล่งน้ำ สารละลายธาตุอาหาร ยากำจัดศัตรูพืช วัสดุปลูกและเทคโนโลยีการผลิต อย่างไรก็ดีการผลิตพรรณไม้น้ำจำเป็นต้องมีการดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีโดยผู้ประกอบการทำหน้าที่เป็นทั้งผู้ผลิต จัดจำหน่าย และรวบรวมพรรณไม้น้ำเพื่อการส่งออกในกรณีที่ไม่สามารถผลิตพรรณไม้น้ำได้ตามความต้องการของลูกค้าในต่างประเทศ เมื่อพิจารณาต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตพบว่าการผลิตอนูเบียส และอเมซอนในแปลงทรายมีต้นทุนการผลิต เท่ากับ 9.37 และ 4.82 บาทต่อต้น ซึ่งต่ำกว่าแบบไฮโดรโพนิกส์ 0.74 และ 0.91 บาทต่อต้น การวิเคราะห์ผลตอบแทน พบว่า การผลิตอนูเบียสและอเมซอนในแปลงทรายมีกำไรต่อต้น เท่ากับ 25.63 และ 20.18 บาทต่อต้น ซึ่งมากกว่าแบบไฮโดรโพนิกส์ 0.74 และ 0.91 บาทต่อต้น ส่วนผลในด้านเศรษฐกิจยังเป็นพืชที่นำรายได้เข้าประเทศพรรณไม้น้ำเป็นสินค้าที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั่วโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ชนิดพรรณไม้น้ำที่มรการส่งออกมากที่สุด 10 อันดับแรกในปี 2557

ลำดับที่	ชนิด	มูลค่า (บาท)	สัดส่วนการส่งออก (ร้อยละ)
1	อนูเบียส ANUBIAS	8,146,583	22.94
2	บัวสายบัวประดับ NYMPHAEA	5,394,221	15.19
3	อเมซอน ECHINODORUS	2,913,418	8.20
4	ขาไก่ HYGROPHILA	2,469,842	6.96
5	สาหร่ายคอบอมบา CABOMBA	2,106,634	5.93
6	เฟินรากดำ MICROSORIUM	1,762,146	4.96
7	สาหร่ายเดนซ่า ELODEA	1,690,892	4.76
8	กนกนารี, กูดหอม SELAGINELLA	782,249	2.20
9	หนวดปลาดุก OPHIOPOGON	666,475	1.88
10	สันตวา,ชบาแดง APONOGETON	366,048	1.03
11	อื่นๆ	9,210,991	25.94
รวม		35,509,499	100

ที่มา: กลุ่มบริการส่งออกสินค้าเกษตรกรมวิชาการเกษตร (2557)

ประเทศไทยมีการเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำเพื่อการส่งออกมาประมาณ 30 ปีมาแล้ว มีฟาร์มผลิตพรรณไม้น้ำเพื่อจำหน่ายในประเทศและเพื่อการส่งออกในพื้นที่กรุงเทพฯ นครปฐม สุพรรณบุรี ปทุมธานีอยุธยา อ่างทองชัยนาท ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี ระยอง นครราชสีมา กระบี่ภูเก็ต พังงา และระนอง (สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและพรรณไม้น้ำ กรมประมง, 2551)

สำหรับผู้ผลิตพรรณไม้น้ำรายใหญ่ซึ่งมีผลผลิตไม่ต่ำกว่า 1 ล้านต้น/ปี ในประเทศไทยมีจำนวน 3บริษัทได้แก่

1. บริษัท อควาติค แพลนท์ เซ็นเตอร์ จำกัด (Aquatic plant centreco.,ltd.) อยู่ที่อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีวิธีการผลิตแบบไฮโดรโพนิกส์

2. บริษัท บี แอนด์ บี อควาเรียม จำกัด (B & B aquarium co.,ltd.) อยู่ที่เขตลาดพร้าว จังหวัดกรุงเทพฯ ซึ่งวิธีการผลิตแบบไฮโดรโพนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. บริษัท ไวท์ เครน อควาติคแพลนท์ จำกัด (White crane aquatic plant co.,ltd.) อยู่ที่อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งมีวิธีการผลิตในแปลงดินและแบบใต้น้ำ

พรรณไม้น้ำเป็นสินค้าที่มีการส่งออกน้อยในเชิงปริมาณ แต่ก็มีผลตอบแทนต่อหน่วยที่สูง ทำให้เป็นที่สนใจของเกษตรกร แต่ว่าข้อมูลข่าวสาร ขั้นตอนการผลิต ความเกี่ยวเนื่องของระบบธุรกิจย่อยในการผลิตพรรณไม้น้ำ ยังไม่เป็นที่แพร่หลาย เข้าใจ ชัดเจน ตั้งแต่การจัดหาต้นพันธุ์ การเพาะขยายพันธุ์ด้วยวิธีการปลูกแบบไฮโดรโพนิกส์ การจัดจำหน่าย และการส่งออกพรรณไม้น้ำ

แสงกับไม้น้ำ

สุชาดา (2530) รายงานว่าพืชอาศัยพลังงานแสงในการสังเคราะห์อาหารเพื่อการเจริญเติบโต แหล่งพลังงานเดียวในธรรมชาติที่พืชใช้คือแสงอาทิตย์ ที่ตาเรามองเห็นเป็นแสงสีขาว แต่ความจริงเป็นการผสมผสานกันแสงที่มีความยาวคลื่นแตกต่างกันออกไป ที่เราสามารถแยกออกเป็นแสงสีต่างๆ ได้รวมทั้งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มองไม่เห็นอย่างอินฟราเรดและอัลตราไวโอเล็ต ตัวรับพลังงานของพืชคือเม็ดสีที่อยู่ในเซลล์ อันได้แก่คลอโรฟิลด์(ส่วนใหญ่เป็น คลอโรฟิลด์ เอและบี) ซึ่งจะดูดพลังงานแสงในช่วงคลื่นสีน้ำเงินและแดงได้ดี และสะท้อนช่วงคลื่นที่เป็นสีเขียวออกมาทำให้เราเห็นใบไม้ส่วนใหญ่เป็นสีเขียว นอกจากนั้นยังไม่เม็ดสีอย่าง คาโรทีนนอยส์ที่สามารถดูดซับช่วงคลื่นที่มีสีน้ำเงิน-เขียวได้ พืชชั้นสูงบางชนิดมีคาโรทีนช่วยในการสังเคราะห์แสง แต่สาหร่ายเซลล์เดียวและตะใคร่ส่วนใหญ่จะมีคาโรทีนเป็นเม็ดสีรอง ดังนั้นการใช้แหล่งกำเนิดแสงที่มีช่วงคลื่นสีเขียวหรือเขียวเหลืองมากจะก่อให้เกิดปัญหาตะใคร่ได้ง่าย

<u>ปริมาณแสง</u>

ความเข้มของแสงเป็นการบอกถึงพลังงานของแสงที่ตกลงบนพื้นผิว ในทางชีววิทยา เราวัดค่าพลังงานแสงเป็น photons per square meter per second (µmol m-2 s-1)
แต่ในวงการไม้น้ำ Lux ดูจะเป็นค่าที่ใช้กันกว้างขวางและง่ายต่อการเข้าใจมากกว่า และเครื่องวัดพลังงานแสงแบบควอนตัมมีราคาสูงมากเมื่อเทียบกับตัววัดแสงที่ใช้ในวงการถ่ายภาพที่สามารถนำมาวัดแสงได้

เมื่อเทียบกัน 1 µmol m-2 s-1 จะเท่ากับ 55 Lux ในช่วงคลื่นที่พืชใช้สังเคราะห์แสง แต่ก็ไม่ใช่ค่าที่แม่นยำนักเพราะค่า lux เป็นค่าที่เหมาะกับแสงที่เราใช้ในการมองเห็นซึ่งเป็นการผสมผสานของช่วงคลื่นที่แตกต่างจากที่พืชใช้สังเคราะห์แสง

ในธรรมชาติพืชน้ำส่วนใหญ่จะพบในแหล่งที่ได้รับแสงอาทิตย์โดยตรง (2000 µmol m-2 s-1) อย่างน้อยก็ช่วงหนึ่งของวัน แม้แต่พืชที่โตในร่มเงาก็ได้รับแสงไม่น้อยไปกว่า200 µmol m-2 s-1 ในเวลาเที่ยงวัน เมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดแสงในตู้ไม้น้ำส่วนใหญ่ที่ให้ความเข้มไม่มากไปกว่า 80-100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

μmol m-2 s-1 ซึ่งน้อยมากเมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดแสงตามธรรมชาติ อย่างไรก็ตามพืชน้ำส่วนใหญ่ก็สามารถปรับตัวได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างของใบ ที่มีประสิทธิภาพในการเก็บพลังงานแสงที่มีจำกัดได้เต็มเม็ดเต็มหน่วยกว่าในรูปของใบบก ตัวสะท้อนแสงที่ดีจะเพิ่มความสว่างจากแหล่งกำเนิดแสงได้มาก เมื่อแสงส่องผ่านน้ำไปได้แล้ว ปริมาณแสงจะลดลงเรื่อยๆตามความลึกที่มากขึ้น เหลือ 50 % ที่ความลึก 10 นิ้ว และเหลือ 25 % ที่ความลึก 20 นิ้ว เพราะแสงที่สองลงไปมีการหักแหและกระจายทำให้สูญเสียความเข้มลงไปมากเมื่อต้องส่องลงไปลึกๆ นอกจากนั้นสีของน้ำเช่น black water และตะกอนที่แขวนลอยยังเป็นตัวกรองแสงให้น้อยลงไปอีกชั้นนึง

ตำแหน่งของการปลูกไม้น้ำในตู้จึงมีความสำคัญ ปริมาณแสงสว่างที่มุมตู้จะมีเพียง 25 % เมื่อเทียบกับการปลูกไม้น้ำใต้หลอดไฟโดยตรงที่กลางตู้ (Rataj and Horeman, 1977)

<u>การเลือกไฟให้ตู้ไม้น้ำ</u>

1. ชนิดของหลอด ควรมีช่วงคลื่นแสงที่เหมาะสมกับความต้องการของพืช หลีกเลี่ยงช่วงคลื่นทีทำให้ตะใคร่เจริญเติบโตได้ดี และให้ค่าสีที่ผิดเพี้ยนน้อย

2. เลือกหลอดที่มีค่าความสว่างต่อวัตต์สูง เช่นหลอด T5 จำนวนวัตต์รวมเหมาะสมกับชนิดของไม้น้ำที่จะเลี้ยง

3. ควรวางหลอดให้ใกล้ผิวน้ำเท่าที่จะทำได้โดยปลอดภัย ใช้โคมที่มีตัวกระจายแสงที่ดี มีการระบายความร้อนที่เหมาะสม เพื่อประสิทธิภาพในการให้แสงสว่างเต็มที่ หมั่นทำความสะอาด ตัวหลอด ฝาครอบกันน้ำ ตัวสะท้อนแสงให้สะอาดอยู่เสมอเพื่อลดการสูญเสียความเข้มแสง (สุชาดา, 2530)

<u>ระยะเวลาในการให้แสงสว่าง</u>

พืชน้ำส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดอยู่ในเขตร้อนที่มีช่วงกลางวันยาวนานประมาณ 12-14 ชม ซึ่งพืชก็จะมีวงจรการเติบโตตามสภาพนี้ เช่นสาหร่ายคาบอมบา จะหุบใบเมื่อถึงเวลาเย็นแม้เราจะไม่ปิดไฟในตู้ก็ตาม ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่เราควรจะให้ความสำคัญกับช่วงพักของพืชในเวลากลางคืน ที่เป็นเวลที่พืชจะเปลี่ยนแหล่งพลังงานที่ได้จากการสังเคราะห์แสงไปเป็นสารที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโต ซึ่งถ้าเราไม่ให้พืชมีช่วงพักแล้ว ต้นไม้อาจจะเกิดความเครียดและมีการเจริญเติบโตที่ผิดปกติได้

ช่วงเวลาให้แสงที่เหมาะสมคือ 12 ชม.โดยประมาณ

การให้แสงมากเกินไปนอกจากไม่มีประโยชน์แล้วยังจะทำให้มีปัญหาตะใคร่มากขึ้นอีกด้วย และในทางตรงข้ามการให้แสงสว่างช่วงสั้นเกินไปก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างมากเช่นกัน เมื่อพืชไม่มีพลังงานพอจะเติบโต มันจะเริ่มทิ้งใบออกโดยเฉพาะใบล่างๆ อย่างไรก็ตามพืชชั้นสูงจะมีการเก็บกักพลังงานไว้ในตัวได้มากกว่าพวกสาหร่ายเซลล์เดียวหรือตะใคร่ ดังนั้นพืชชั้นสูงจะทนต่อการขาดช่วงของแสงได้ดีกว่าเราจึงเอามาใช้เป็นมาตรการในการแก้ปัญหาตะใคร่ได้ (สุชาดา, 2530)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับตัวในสภาวะแสงน้อย

พืชน้ำมีการปรับตัวที่ดีในการใช้ชีวิตใต้น้ำทั้งในแง่ของรูปร่างและกลไกในการใช้ชีวิต ใบไม้น้ำจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับใบพืชบกที่อยู่ในที่ร่ม มีใบที่บางกว่า และมีจำนวนชั้นของเซลล์ที่น้อย มีชั้นไขที่เคลือบป้องกันการระเหยน้ำบางมากหรือไม่มีเลย คลอโรพลาสที่ไว้รับแสงก็จะมาอยู่ที่ขอบๆเซลล์เพื่อรับแสงได้เต็มที่และลดการบังแสงกันเองในชั้นใบลักษณะของชั้นเซลล์ในใบพืชน้ำ ที่มีชั้นเซลล์น้อยและคลอโรพลาสอยู่ที่ขอบเซลล์

สรุป แหล่งกำเนิดแสงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเลี้ยงไม้น้ำ เราจะเห็นว่าความเข้มแสงเมื่อเทียบกับแสงแดดตามธรรมชาตินั้นน้อยมาก การเลือกแหล่งกำเนิดแสงที่เหมาะสม และเพียงพอ รวมไปถึงการชดเชยปัจจัยอื่นๆนอกจากแสงเช่น การปรับปรุงสภาพน้ำ และการให้คาร์บอนไดออกไซด์เสริม จะช่วยให้การเจริญเติบโตของไม้น้ำที่เราเลี้ยงเป็นไปอย่างที่ต้องการได้ดียิ่งขึ้น (สุชาดา, 2530)

ระบบอัจฉริยะทางการเกษตร

ศุภฤกษ์ (2560) นำเสนอระบบที่ทำให้สามารถปลูกผักสลัดในคอนโด หรือห้องเช่าได้ และต้นทุนในการสร้างที่ถูก โดยระบบที่สร้างนั้น คือระบบปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ โดยสร้างเป็น ระบบน้ำนิ่งไว้ในตู้ปลาขนาด 24 นิ้ว เพื่อลดอุปกรณ์ในการสร้างให้มากที่สุด และสามารถขนย้ายได้อย่าง สะดวก โดยระบบมีการทำงานแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนที่ 1.การปล่อยน้ำเข้าสู่ตู้ปลา โดยการทำงานมี ดังนี้ บอร์ดอาดุยโน่รับค่าระดับน้ำมาจากเซนเซอร์วัดระดับน้ำ เพื่อนำค่าที่ได้นั้นมาวิเคราะห์ว่าค่าของระดับน้ำ ที่ได้นั้นต่ำกว่า หรือสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าค่าของระดับน้ำน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ บอร์ดอาดุยโน่จะ สั่งให้รีเลย์สั่งให้ปั๊มน้ำเปิดน้ำเข้าสู่ตู้ปลา 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 AndroidและIOS เพื่อที่จะสามารถดูค่าต่างๆของระบบ และสั่งการเปิด-ปิดการปล่อยน้ำและไฟ LED ได้ด้วยตัวแอปพลิเคชั่นผ่านทางอินเทอร์เน็ต ส่วนที่ 4.การบันทึกค่าแสง ในการทดลองนี้มีการบันทึกค่าแสง เพื่อปรียบเทียบค่าแสงกันระหว่างผักสลัดที่ปลูกในระบบรับและผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้รับ โดยจะบันทึกลง SD Card โดยการนา DataLogger Shield มาประกอบเข้ากับบอร์ดอาดุยโน่ โดยตัว DataLogger Shield ช่องเสียบ SD Card ในการทดลองจะเป็นการเปรียบเทียบค่าแสงที่ผักสลัดได้รับและคุณภาพของผักสลัดระหว่างผักสลัดที่ปลูกในระบบและผักสลัดที่ปลูกแบบวิธีธรรมดา โดยกาหนดผักสลัดและจานวนการปลูก และเลือกบริเวณห้องที่แสงส่องเข้ามาถึงมากที่สุดโดยตั้งผักสลัดที่ปลูกในระบบและผักสลัดที่ปลูกด้วยวิธีธรรมดาไว้ในจุดที่ใกล้เคียงกัน และควบคุมตัวแปรอื่นๆ ให้เหมือนกัน ในทุกๆชั่วโมงจะเก็บค่าแสงแดดเป็นเวลา 10 วัน

ผลการทาวิจัยของศุภฤกษ์ (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

บัณฑิตพงษ์ (2562) ศึกษาการออกแบบระบบสมาร์ทฟาร์มโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับมะนาว จังหวัดเพชรบุรี พบว่า จากการออกแบบแผนผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IOT (Node MCU) กับ Arduino board และระบบเซ็นเซอร์พร้อมกับการพัฒนา Application สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ IOT สามารถใช้งำนร่วมกับอุปกรณ์โมบายโฟน Application ต่าง ๆ โดยสามารถรองรับการใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ IOS และ Android และสามารถแสดงข้อมูลตามค่ามาตรฐานดังนี้ 1) Temperature ค่าอุณหภูมิที่เหมาะสม อยู่ที่ประมาณ 26-32 องศาเซลเซียส 2) Humidity ค่าความชื้นของดิน จะอยู่ในช่วง -10 ถึง -60 kpa 3) Moisture ความต้องการน้ำของมะนาวเป็นลิตรต่อต้นต่อวันตามช่วงอายุและฤดูกาล 4) PH ค่า PH ที่เหมาะสม อยู่ที่ประมาณ 5.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาทิตย์และกมล (2555) นำเสนอการออกแบบและพัฒนามอดูลระบบการมองเห็นที่สามารถประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ ในแปลงเกษตรได้ โดยแต่ละมอดูลประกอบไปด้วยมอดูลกล้อง ตัวตรวจวัดความเร่ง ตัวตรวจวัดเชิงมุมและเข็มทิศดิจิตอล เมื่อประยุกต์ใช้มอดูลการมองเห็นดังกล่าว 3 ชุดอย่างเป็นระบบ จะทำให้สามารถประยุกต์ใช้ในการคำนวณข้อมูลที่ต้องการได้ ข้อมูลจากตัวตรวจวัดต่างๆ จะช่วยทำให้การติดตั้งระบบรอบๆ พื้นที่ทำงานเป็นไปอย่างอัตโนมัติโดยไม่ต้องมีการปรับเทียบอุปกรณ์ ซึ่งมีผลให้การใช้งานจริงในแปลงเกษตรเป็นไปอย่างสะดวก และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เมื่อใช้ร่วมกับการประมวลผลภาพจากมอดูลกล้อง ได้แก่ การจับคู่สเตอริโอของจุดภาพจากมอดูลการมองเห็นทั้ง 3 ชุด จะทำให้สามารถประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลายและแม่นยำยกตัวอย่างเช่น การคำนวณปริมาตรทรงพุ่มของต้นไม้ เป็นต้น นอกไปจากนี้แล้ว งานวิจัยนี้ยังได้นาเสนอการใช้เทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์ในการประมวลผลข้อมูลจากตัวตรวจวัดต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการวัดภายในการทำงานของระบบ

การวัดสีของพืชด้วยเครื่องวัดสี (colorimeter)

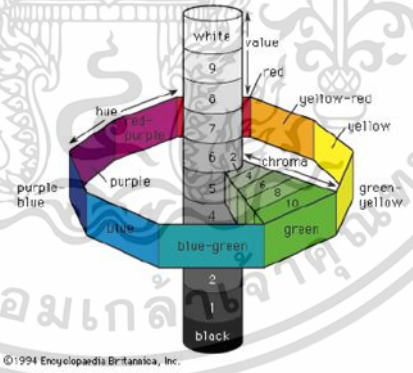
เครื่องวัดสี (ภาพที่ 14) อุปกรณ์เซนเซอร์ที่ใช้งานง่ายซึ่งประกอบด้วยแหล่งกาเนิดแสงตัวยึด ตัวอย่าง (Cuvette) เซ็นเซอร์ความเข้มแสงและวิธีการควบคุมแหล่งกาเนิดแสงและการรวมความเข้ม ของแสงที่ส่งเข้ามา แสงที่ตกกระทบมักจะถูกกรองเพื่อให้มีวงแคบ วิธีการวัดสีใช้กันอย่างแพร่หลายใน การวิจัยและอุตสาหกรรมรวมถึงการตรวจสอบสีของเนื้อ สีของอาหารในระหว่างการเก็บรักษา (Anzalone *et al*., 2013) เครื่องมือวัดค่าสีที่นิยมใช้ได้แก่ Minolta, Chroma meter, Hunter Lab คือ เครื่องวัดสีไม่สามารถนาไปใช้ได้กับวัตถุดิบและอาหารที่มีพื้นผิวโค้ง พื้นผิวของวัตถุที่วัดต้องมีสี สม่ำเสมอ หรือเป็นสีเดียวกันทุกตำแหน่งบนวัตถุที่วัดเท่านั้น ค่าสีที่ได้ยังไม่ใกล้เคียงกับสีที่สายตา23 มนุษย์รับรู้ได้ จึงมีการศึกษาการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ภาพเพื่อการวัดสี จะแสดงการเปรียบการวัด สีของผลิตภัณฑ์วัดโดยระบบวิเคราะห์เชิงภาพถ่าย (CVS) และเครื่องวัดสี

ภาพที่ 14 เครื่องวัดสี Centasia รุ่น CR-10 Plus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัดค่าสีใบด้วยเครื่องวัดสี บันทึกค่าความสว่าง (L*) ความสว่างของค่าสีอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 กรณี L* มีค่าเป็น 0 หมายถึงสีที่ได้จะมืดเป็นสีดำ แต่ถ้ามีค่าเป็น 100 สีที่ได้จะสว่างเป็นสีขาว ค่าความเป็นสีแดง (a*)กรณี a* มีค่าเป็นบวก ผลที่ได้จะมีสีแดง กรณี a*มีค่าเป็นลบ ผลที่ได้จะมีสีเขียว ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) กรณี b* มีค่าเป็นบวก ผลที่ได้จะมีสีเหลือง กรณี b*มีค่าเป็นลบ ผลที่ได้จะมีสีน้ำเงิน (Wang et al., 2006)

ระบบ CIE L*a*b* เป็นการกาหนดค่าสีโดยใช้หลักการตามทฤษฎีคู่ตรงข้าม ซึ่งมีอยู่ 3 คู่ คือ สีแดงกับสีเขียว สีเหลืองกับสีน้าเงิน และสีขาวกับสีดา ค่าสีในระบบ L*,a*,b*, Chroma และ Hue angle นี้พัฒนาขึ้นมาใช้โดยกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ซึ่งรวมกันเป็นคณะกรรมาธิการสร้างและพัฒนาระบบกาหนดสีให้เป็นมาตรฐานสากล (CIE) โดยค่าความสว่าง (L*) เป็นค่าบอกความสว่างของสีมีตั้งแต่ 0 ถึง 100 ค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a*) มีค่าตั้งแต่ -120 ถึง 120 ค่าความเป็นสีเหลืองหรือน้าเงิน (b*) มีค่าตั้งแต่ -120 ถึง 120 (วรรธกานต์2556 อ้างโดย ศศิภา, 2554) จะแสดงใน (ภาพที่ 28) สีจะแปรเปลี่ยนจากขาวไปจนถึงดา ส่วนค่าฮู (Hue angle) หมายถึงชื่อของสี (แดงหรือเขียว) ค่าฮูมีมุมกว้างขึ้นจึงสามารถเห็นสีในลักษณะของสเปคตรัม (แดง, เหลือง, เขียว, น้าเงิน และสีอื่นๆ) เนื้อโคจะมีช่วงของความสว่าง การอิ่มตัวและค่าสีน้อย ค่า L* เกิดความแปรปรวน 5 หน่วยในเนื้อโค (Sardi et al. 2006 อ้างโดย สัญชัย, 2555)



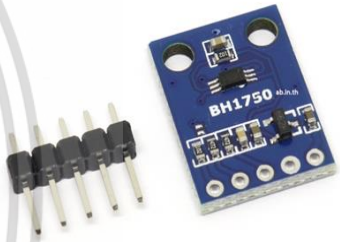
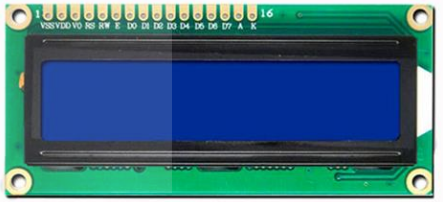
คุณสมบัติของสี 3 ลักษณะ คือ Hue angle ความสว่างของสี และความอิ่มตัวของสี

ที่มา : ศศิภา เต็กอวยพร (2554)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรระบบอัตโนมัติของเครื่องวัดความเข้มแสงอัตโนมัติ

ตารางที่ 2 องค์ประกอบและการใช้งานของวงจรระบบอัตโนมัติของเครื่องวัดความเข้มแสงอัตโนมัติ

ชื่ออุปกรณ์	คุณลักษณะ	การใช้งาน	ภาพ
1. light sensor BH1750	-เป็น sensor วัดความเข็มแสงสามารถวัดความเข้มแสงได้ตั้งแต่ 1-65535 lux ความละเอียด 16 บิต ใช้ไฟเลี้ยง 3V-5V ใช้การเชื่อมต่อแบบ I2C ความถี่สูงสุด 400 kHz มีขา ADD สำหรับเลือก Address ของบอร์ดได้ 2 ค่า เชื่อมต่อสัญญาณโดยตรงกับไมโครคอนโทรลเลอร์ระบบไฟ 3.3V และระบบไฟ 5V ได้ทันทีโดยไม่ต้องผ่านวงจรปรับระดับแรงดันมีขนาด PCB 33 mm x 15.2 mm	- สามารถวัดความเข้มแสงได้ตั้งแต่ 1-65535 lx ความละเอียด 16 บิต	 ที่มา: http://www.ett.co.th/productSensor/BH1750%20LUX%20SENSOR/man-th-BH1750.pdf
2. LCD 16x2	-คำว่า LCD ย่อมาจากคำว่า Liquid Crystal Display ซึ่งเป็นจอที่ทำมาจากผลึกคริสตอลเหลว หลักการคือด้านหลังจอจะมีไฟส่องสว่าง หรือที่เรียกว่า Backlight อยู่ เมื่อมีการปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปกระตุ้นที่ผลึก ก็จะทำให้ผลึกโปร่งแสง ทำให้แสงที่มา	-ใช้แสดงผลเป็นอักขระหรือตัวอักษร ตามท้องตลาดทั่วไปจะมีหลายแบบด้วยกัน มีทั้ง 16 ตัวอักษร 20 ตัวอักษรหรือมากกว่า และจำนวนบรรทัดจะมีตั้งแต่ 1 บรรทัด 2 บรรทัด 4	

	จากไฟ Backlight แสดงขึ้นมาบนหน้าจอ ส่วนอื่นที่โดนผลึกปิดกั้นไว้จะไม่สว่าง ผลึกมีสีที่แตกต่างกันตามสีของผลึกคริสตอล เช่นสีเขียว หรือ สีฟ้าฯลฯ ทำให้เมื่อมองไปที่จอก็จะพบกับตัวหนังสือแล้วพบกับพื้นหลังสีต่างๆกัน	บรรทัดหรือมากกว่าตามแต่ความต้องการและลักษณะของงานที่ใช้	ที่มา: https://www.ioxhop.com/article
3.บอร์ด Arduino Uno	- Arduino คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ชนิดหนึ่ง ซึ่งหมายถึงอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับควบคุม หรืออ่านค่าบางสิ่ง ถ้าให้เปรียบเทียบมันก็คือคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กนั่นเอง แต่มีราคาที่ถูกกว่าคอมพิวเตอร์มาก คำว่า arduino นั้นไม่ใช่ชื่อของไมโครชิพ(Microchip) เป็นแค่เพียงชื่อแบรนด์ที่ออกแบบรูปทรงและเพิ่มอุปกรณ์เสริมเข้าไปบนบอร์ดเพื่อให้เราใช้งานได้ง่ายขึ้น เช่น ช่องสำหรับเสียบ usb ช่องเสียบสายสัญญาณ ชุดแปลงไฟฟ้าก่อนเข้าไปเลี้ยงบอร์ด เป็นต้น และเราสามารถใช้แค่ไมโครชิพอย่างเดียวได้แต่ค่อนข้าง	- ใช้ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด	 ที่มา: http://www.vrautomation.net/article/1/arduino

	ยุ่งยาก สำหรับการทดลองหรือทำสิ่งประดิษฐ์จึงนิยมใช้เป็นบอร์ดสำเร็จแบบ arduino บอร์ดมากกว่า และยังมีโปรแกรมสำเร็จรูปที่ให้เราใช้กันฟรีๆ เพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรม	Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย	
4. Adapter 9V 2A	- Power Adapter แหล่งจ่ายไฟ 9V 2A แหล่งจ่ายไฟ 9v 2a ให้อุปกรณ์อิเล็กทรอสิกส์ เสียบเข้า arduino ได้ 1x AC 100-240V to DC 9V 2A Switching Power supply Converter Adaptor อะแด็ปเตอร์แบบสวิตซิ่ง จาก AC 100-240V เป็น ดีซี 9V 2 A ด้านปลายเป็นดีซีแจ๊คขนาด 5.5*2.5mm และใช้ได้กับ 5.5*2.1mm ขั้วในบวก ขั้วนอกลบ	- ใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟ 9V 2A แหล่งจ่ายไฟ 9v 2a ให้อุปกรณ์อิเล็กทรอสิกส์ เสียบเข้า arduino ได้	 ที่มา: https://www.myarduino.net/category/109 relay-5v
5. ไฟ LED สำหรับไม้น้ำ	ลักษณะของหลอดที่ส่องแสงออกมาด้านเดียวไม่เกิน 180 องศา ทำให้แสงไม่กระจายไปนอกตู้มากนัก ไม่สิ้นเปลืองพลังงานไป	-ให้แสงสว่าง	

	เปล่าๆมีขนาดเล็ก สามารถผลิตโคมออกมาเพื่อใส่ในตู้ได้ทุกขนาด แม้แต่ตู้นาโนขนาด 6 นิ้วก็มีโคม LED ขนาดจิ๋วๆใส่ปล่อยความร้อนน้อยกว่าหลอดชนิดอื่นๆ สูญเสียพลังงานน้อยสิ้นเปลืองพลังงานต่ำ ให้ความสว่างได้มากกว่าหลอดชนิดอื่นในขณะที่ใช้พลังงานน้อยกว่า อย่างเช่นโคม LED สำหรับตู้ 24 นิ้ว จะกินไฟประมาณ 40วัตต์ ในขณะที่ถ้าเป็นโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์จะต้องใช้ประมาณ 70-80w เพื่อให้ได้ความสว่างเพียงพอสำหรับต้นไม้น้ำ		 ที่มา: https://aqua.c1ub.net/home/index.php?topic=12.0
6. Dimmer	- Dimmers เป็นอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับโคมไฟและใช้เพื่อลดความสว่างของแสง การเปลี่ยนรูปคลื่นของแรงดันไฟที่ใช้กับหลอดไฟทำให้สามารถลดความเข้มของแสงที่ส่งออกได้ แม้ว่าอุปกรณ์ที่ใช้แรงดันไฟฟ้าแบบแปรผันจะถูกใช้เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ แต่โดยทั่วไปแล้วคำว่า dimmer นั้นสงวนไว้สำหรับผู้ที่ตั้งใจจะควบคุมเอาต์พุตของแสง	-ใช้หรี่หรือเพิ่มแสงตามความต้องการ	 ที่มา: https://en.wikipedia.org/wiki/Dimmer

	จากหลอดไส้แบบต้านทาน หลอดฮาโลเจน และ (ล่าสุด) คอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (CFL) และไดโอดเปล่งแสง (LED) จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์พิเศษเพิ่มเติมในการหรี่แสงฟลูออเรสเซนต์ ไอปรอท โซลิดสเตต และไฟอาร์คอื่นๆ		
7. Timer	- “Timer” ไทม์เมอร์ คืออุปกรณ์ทางไฟฟ้าเพื่อใช้ในการควบคุมเวลาการทำงานอุปกรณ์บางอย่าง ให้เป็นไปตามที่ผู้ใช้ต้องการ เช่นเราต้องการตั้งเวลาระบบไฟฟ้าในบ้านให้ทำงานตอน 18.00 น. เป็นต้น ซึ่งส่วนมาก timer จะถูกใช้ในงานอุตสาหกรรมในโรงงาน เป็นส่วนประกอบในเครื่องจักร ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมาก ในเครื่องจักรจะไม่มีแค่ไทม์เมอร์เพียงตัวเดียว บางเครื่องจักรอาจมีไทม์เมอร์เป็นร้อยตัวเลยก็ได้ timer เป็นอุปกรณ์ตั้งเวลาและควบคุมการทำงานให้เอาท์พุททำงานตาม	-ใช้ตั้งเวลาเปิด-ปิดตามเวลาที่ต้องการ	 ที่มา: http://www.inno-ins.com/14052173-timer

	เงื่อนไขและเวลาที่ตั้งไว้ ซึ่ง มีหลายแบบ หลายยี่ห้อและในแต่ละยี่ห้อจะมีจะมี คุณสมบัติ และชื่อเรียกแตกต่างกันไป		

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

วัสดุ

1.พืชทดลอง คือ พรรณไม้น้ำอนูเบียส (*Anubias barteri var. glabra*) จากโรงเรือนไม้น้ำอนูเบียส สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

อุปกรณ์/เครื่องมือ

สำหรับปลูก

1.โรงเรือน

2.ตู้ปลาขนาด 24 นิ้ว

3..ขอนไม้สำหรับจัดไม้น้ำ

4. เครื่องให้อากาศ (air pump) สายอากาศ และหัวทราย

5.ท่อ pvc สีเหลือง

6.เส้นเอ็นสำหรับผูกยึดไม้น้ำกับขอนไม้

สำหรับการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของต้นไม้น้ำอนูเบียส

1.เครื่องวัดสี Centasia รุ่น CR-10 Plus

2.เวอร์เนียคาร์ลิเปอร์ (vernier calipers)

3.ไม้บรรทัด

4.สมุดจดบันทึกและปากกา

5.กล้องถ่ายภาพโทรศัพท์ ยี่ห้อ iPhone 6

สำหรับให้แสงสว่าง

1.หลอดไฟ LED 12v 5630 daylight 6500k

2.Dimmer

3.สายไฟ 2*1

4. Timer ตั้งเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>สำหรับเครื่องทำแสงแบบอัตโนมัติ</u>

1. light sensor BH1750
2. บอร์ด Arduino Uno
3. Adapter
4. จอ LCD 16x2
5. Breadboard
6. สายไฟจัมเปอร์
7. Adapter 9V 2A
8. RTC DS3231 (Module โมดูลนาฬิกา)
9. กล่องไฟกันน้ำ
10. เคเบิล ไทด์
11. สายไฟ ขนาด 2*1.5 sq.mm
12. สายไฟ ขนาด 2*0.5 sq.mm
13. น็อตตัวเมีย M3
14. น็อตตัวผู้ M3

โรงเรือน

1.โรงเรือนแบบเปิด ฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและพืชน้ำอัจฉริยะ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร เขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1. แผนการทดลอง

ผลของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำอนูเบียส (*Anubias barteri var. glabra*) ที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ มี 3 ชุดการทดลอง (treatments) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) มี 3 ชุดทดลอง (treatments)

กำหนดให้

ชุดทดลองที่ 1 (T_1) ให้ความเข้มแสง 1000 ลักซ์ (8 ชั่วโมง ต่อ 1 วัน)

ชุดทดลองที่ 2 (T_2) ให้ความเข้มแสง 2000 ลักซ์ (8 ชั่วโมง ต่อ 1 วัน)

ชุดทดลองที่ 3 (T_3) ให้ความเข้มแสง 3000 ลักซ์ (8 ชั่วโมง ต่อ 1 วัน)

2.การเตรียมการทดลอง

2.1 การเตรียมโรงเรือน

ทำความสะอาดโรงทับทิม เตรียมชั้นสำหรับวางตู้ทดลอง ติดตั้งระบบให้ความชื้น (ปั๊มน้ำ ท่อ PE และหัวพ่นหมอก) และเครื่องควบคุมเวลา (timer)

2.2 การเตรียมตู้ทดลอง

2.2.1 เตรียมตู้ปลาขนาด 30x60x45 ซม. หรือขนาด 24 นิ้ว จำนวน 3 ตู้

2.2.2 ล้างทำความสะอาดตู้ปลา แล้วนำมาว่างบนชั้นที่เตรียมไว้

2.2.3 นำแผ่นพลาสติก PE มาปิดโดยรอบให้สนิทเพื่อป้องกันแสงจากภายนอก

2.3 การเตรียมน้ำเพื่อการทดลอง

ใช้น้ำจากบ่อพักน้ำที่ฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและพืชน้ำอัจฉริยะที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

2.4 การเตรียมต้นพันธุ์อนูเบียส

2.4.1 คัดต้นไม้ จำนวน 15 ต้น

2.4.2 นำต้นไม้มาล้างทำความสะอาด

2.4.3 นำต้นไม้น้ำใส่ลงในท่อ PVC เจาะรู หรือ ถาดโฟมเจาะรู และนำลงมาพักไว้ในบ่อพักที่มีน้ำสะอาด ไม่ใส่ปุ๋ย เป็นเวลา 5-7 วัน ก่อนนำไปทำการทดลอง

2.4.4 พักเสร็จแล้วนำมาจัดใส่ขอนไม้ที่เตรียมไว้ให้สวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 15 การจัดต้นไม้ใส่ขอนไม้ก่อนทำการทดลอง
ที่มา: ฟาร์มเพาะลี้ยงสัตว์น้ำและพืชน้ำอัจฉริยะ

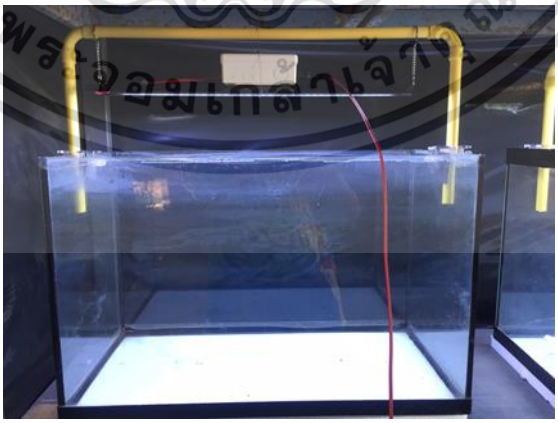
2.5 <u>การเตรียมการประดับไม้น้ำอนูเบียสในตู้ปลาสวยงาม</u>

2.5.1 นำตู้ปลา ขนาด 24 นิ้ว จำนวน 3 ตู้ มาล้างทำความสะอาด

2.5.2 เตรียมชุดเครื่องให้อากาศ (air bower) พร้อมสายอากาศและหัวทรายจำนวนตู้ละ 1 ชุด

2.5.3 วางอุปกรณ์ลงในตู้ปลาขนาด 24 นิ้ว และเซ็ตเครื่องวัดความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ

2.5.4 เติมน้ำใส่ตู้ ประมาณ 25 เซนติเมตร



ภาพที่ 16 การเตรียมตู้ทดลองก่อนนำต้นไม้น้ำลงทำการทดลอง
ที่มา: ฟาร์มเพาะลี้ยงสัตว์น้ำและพืชน้ำอัจฉริยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 <u>องค์ประกอบของเครื่องวัดความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ</u>

องค์ประกอบของเครื่องวัดความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ ประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักทั้งหมด 6 ชิ้น คือ

2.6.1 light sensor BH1750 โมดูลวัดความเข้มแสง เป็นโมดูลที่ใช้ชิฟ BH1750FVI สามารถวัดความเข้มแสงแสงในหน่วยเป็นลักซ์ (Lux)

2.6.2 จอ LCD 16x2 เป็นจอที่แสดงผลเป็นตัวอักษรตามช่องแบบตายตัว เช่น จอ LCD ขนาด 16x2 หมายถึงใน 1 แถว มีตัวอักษรใส่ได้ 16 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัดให้ใช้งาน ส่วน 20x4 จะหมายถึงใน 1 แถว มีตัวอักษรใส่ได้ 20 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัด

2.6.3 บอร์ด Arduino Uno คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU: Microcontroller Unit) เป็นการร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ประกอบเป็นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน หรือที่เรียกกันว่า บอร์ด Arduino ซึ่งก็คือคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ที่ประกอบไปด้วยหน่วยประมวลผล, หน่วยความจำ ,หน่วยควบคุม input, และ output

2.6.4 Adapter 9V 2A หม้อแปลงไฟฟ้า จากไฟฟ้ากระแสสลับ(ไฟบ้าน)ที่มีค่าความต่างศักย์ 220 โวลต์ ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ที่มีค่าความต่างศักย์ต่ำลง เพื่อให้สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ โดยจะใช้สำหรับแปลง ความต่างศักย์ 220 โวลต์ ให้เป็น 9 โวลต์ เพื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมให้กับ บอร์ด Arduino Uno

2.6.5 Dimmer คืออุปกรณ์ในการควบคุมการจ่ายพลังงานให้แก่หลอดไฟ เพื่อให้ได้ปริมาณแสงตามที่ต้องการ

2.6.6 Adapter 12V 5A จะใช้สำหรับแปลง ความต่างศักย์ 220 โวลต์ ให้เป็น 12 โวลต์ เพื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมให้กับหลอดไฟสำหรับปลูกพรรณไม้น้ำ

2.7 <u>หลักการทำงานเครื่องวัดความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ</u>

เครื่องวัดความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ ทำงานโดยประยุกต์ใช้อุปกรณ์และเทคโนโลยีหลายส่วนเข้าด้วยกันเพื่อใช้แก้ปัญหาในการควบคุมความเข้มข้นของแสง (lux) ที่ใช้ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำให้มีความเหาะสม โดยทำตามหลักการต่อไปนี้

เครื่องวัดความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ ทำงานโดยใช้ light sensor BH1750 ต่อเข้ากับบอร์ด Arduino uno ซึ่งมีหน้าที่ประมวลผลข้อมูลจาก light sensor BH1750 แล้วส่งไปยัง จอ LCD 16x2 เพื่อแสดงข้อมูลหรือค่าความเข้มข้นของแสง (lux) ที่ได้จากการประมวลผลแล้ว หลังจากจึงจะปรับค่าความเข้มข้นของแสง (lux) โดยการใช้ Dimmer ที่ต่อพวงกับหลอด led เพื่อปรับค่าความเข้มข้นของแสง (lux) ให้เหมาะสมตามที่ต้องการ โดยจะออกแบบวงจรและต่ออุปกรณ์ผ่านโปรแกรม fritzing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทดลอง

3.1 <u>การทำและติดตั้งระบบให้ความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ</u>

การจัดทำเครื่องวัดความเข้มแสงอัตโนมัติ มี 4 ขั้นตอนคือ การจัดทำเครื่องวัดความเข้มแสงอัตโนมัติ การทดสอบเครื่องวัดความเข้มแสงอัตโนมัติ การปรับปรุงเครื่องวัดความเข้มแสงอัตโนมัติ และการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องวัดความเข้มแสงอัตโนมัติ

1. <u>การจัดทำเครื่องวัดความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ</u>

การจัดทำเครื่องวัดความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ จัดทำขึ้นโดยการนำความรู้ด้านเทคโนโลยีต่างๆ มาดัดแปลงให้เข้ากับปัญหาของเราให้เทคโนโลยีมีความสามารถมากยิ่งขึ้นซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้สามารถเห็นได้ในปัจจุบัน เหตุผลของการจัดทำเครื่องวัดความเข้มแสงแบบอัตโนมัตินั้น จัดทำขึ้นเพื่อดูความเข้มแสงที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของไม้น้ำอนูเบียส (Anubias baretri var.minima)

ระบบของเครื่องวัดความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ใช้ประมวลผลและแสดงค่าความเข้มข้นของแสง (lux) และส่วนที่ใช้ในการปรับค่าความเข้มข้นของแสง (lux)

1.2 ประกอบเครื่องวัดความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ

1. ต่อ light sensor BH1750 เข้ากับ บอร์ด Arduino Uno โดยใช้สายไฟจัมเปอร์ จำนวน 4 เส้น ดังนี้ ต่อสัญญาณ SCL เข้ากับ บอร์ด Arduino Uno ช่อง A5 ต่อสัญญาณ SDA เข้ากับ บอร์ด Arduino Uno ช่อง A4 ต่อช่อง Vcc เข้ากับแหล่งจ่ายไฟ 3.3v ของบอร์ด Arduino Uno และ ต่อช่อง Gnd เข้ากับ Ground ของบอร์ด Arduino Uno ซึ่ง light sensor BH1750 จะทำหน้าที่เป็นตัวรับข้อมูลเพื่อนำข้อมูลมาประมวลผลค่าความเข้มข้นของแสง (lux) โดยบอร์ด Arduino Uno

2. ต่อ จอ LCD 16x2 I2C เข้ากับ บอร์ด Arduino Uno โดยใช้สายไฟจัมเปอร์ จำนวน 4 เส้น ดังนี้ ต่อสัญญาณ SCL เข้ากับ บอร์ด Arduino Uno ช่อง SCL ต่อสัญญาณ SDA เข้ากับ บอร์ด Arduino Uno ช่อง SDA ต่อช่อง Vcc เข้ากับแหล่งจ่ายไฟ 5v ของบอร์ด Arduino Uno และ ต่อช่อง Gnd เข้ากับ Ground ของบอร์ด Arduino Uno ซึ่ง จอ LCD 16x2 I2C จะทำหน้าที่เป็นตัวแสดงค่าความเข้มข้นของแสง (lux) ที่ผ่านการประมวลผลจากบอร์ด Arduino Uno แล้ว

3. ต่อ Adapter 9V 2A เข้ากับ บอร์ด Arduino Uno เพื่อจ่ายไฟเลี้ยงให้บอร์ด Arduino Uno ทำงาน

4. ต่อหลอดไฟ LED 12v 5630 daylight 6500k เข้ากับ DIMMER

5. ต่อไฟเลี้ยงจาก Adapter 12V 5A ไปยัง dimmer เพื่อจ่ายไฟไปยัง หลอดไฟ LED โดยใช้ dimmer ปรับระดับความต่างศักของไฟฟ้าหากปรับระดับต่างศักของไฟฟ้าให้น้อยลงก็จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้กระแสไฟฟ้าถูกจ่ายไปยังหลอดไฟ led น้อยลง ทำให้ค่าความเข้มข้นของแสง (lux) ที่ถูกปล่อยมาจากหลอดไฟ led น้อยลงตามไปด้วย ซึ่งจะปรับโดยการแบ่งตามชุดทดลองดังต่อไปนี้

ชุดทดลองที่ 1 (T1) ให้ความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ 1000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน

ชุดทดลองที่ 2 (T2) ให้ความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ 2000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน

ชุดทดลองที่ 3 (T3) ให้ความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ 3000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน

6. ติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดลงในตู้กันน้ำพลาสติกฝาทึบ

7. อัพโหลดโค๊ดลง บอร์ด Arduino Uno ด้วยโปรแกรม Arduino IDE

2.<u>การทดสอบการทำงานของเครื่อง</u>

1. ทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ ทดสอบความแม่นยำในการวัดระดับความเข้มแสง

2. ทดสอบการทำงานของTimer ทดสอบความแม่นยำในการทดลอง

3.<u>การปรับปรุงเครื่องวัดความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ</u>

ปรับปรุงปัญหาที่เกิดขึ้นจากข้อ 3.1 ให้เป็นไปตามความเหมาะสม

4.<u>การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องวัดความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ</u>

ทดลองการเปิด-ปิดไฟตามเวลาที่ตั้งไว้

3.2 <u>ศึกษาผลการใช้ระบบอัตโนมัติ</u>

1. นำตู้ปลา ขนาด 24 นิ้ว จำนวน 3 ตู้ มาล้างทำความสะอาด (ในข้อ 2.2) มาวางเรียงกันบนพื้นที่ที่เตรียมไว้

2. ติดตั้งแผงวงจรควบคุมทั้ง 3 ตู้ พร้อมเทสระบบให้ทำงานตามเวลาที่ตั้งไว้

ชุดทดลองที่ 1 (T_1) ให้ความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ 1000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน

ชุดทดลองที่ 2 (T_2) ให้ความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ 2000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน

ชุดทดลองที่ 3 (T_3) ให้ความเข้มแสงแบบอัตโนมัติ 3000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน

3. การจัดการในทุกๆวัน ดูการทำงานของเครื่องถ้าผิดปกติทำการแก้ไข

4. ทำการทดลองเป็นเวลา 1 เดือน

5. ทำการตรวจวัดการเจริญเติบโตของไม้น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. บันทึกผลและรวบรวมข้อมูลแต่ละชุดการทดลอง โดยการวัดความยาวใบ สีใบ ความสูงของต้น ขนาดพุ่ม จำนวนกอต่อต้น เพื่อประเมินอัตราการเจริญเติบโต และประเมินความเสียหายจากการปรับสภาพต้นไม้น้ำด้วยความถี่ของการทำน้ำขึ้นน้ำลงแบบอัตโนมัติ

ภาพที่ 17 ระบบและวงจรชุดต้นแบบของระดับความเข้มแสง
ที่มา: ฟาร์มเพาะลี้ยงสัตว์น้ำและพืชน้ำอัจฉริยะ

ภาพที่ 18 ระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ
ที่มา: ฟาร์มเพาะลี้ยงสัตว์น้ำและพืชน้ำอัจฉริยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลที่จดบันทึกไว้ในระยะเวลาทดลองมาวิเคราะห์ค่า

4.1 <u>การเก็บรวบรวมข้อมูล</u>

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำข้อมูลที่จดบันทึกไว้ในระยะเวลาทดลองมาวิเคราะห์ค่าเปรียบเทียบวันเริ่มต้นและวันสิ้นสุดการทดลอง บันทึกข้อมูลของต้นไม้น้ำอนูเบียส *Anubias barteri var. glabra* ได้แก่

4.1.1 ค่าการเจริญเติบโตและการรอดตาย

1) จำนวนใบ

2) ความยาวใบ

4.1.2 สีของใบอนูเบียส

1) เก็บข้อมูลค่าสีใบของต้นไม้อนูเบียสด้วยเครื่องวัดสี Centasia รุ่น CR-10 Plus

4.1.3. บันทึกผลการทำงานของชุดต้นแบบการเพิ่มและลดระดับน้ำในบ่อปรับสภาพต้นอนูเบียสแบบอัตโนมัติ

1) ข้อบกพร่อง

2) ความเสียหาย

3) การปรับปรุงแก้ไข

4.2 <u>การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ</u>

นำข้อมูลที่รวบรวมได้ วิเคราะห์ความแตกต่างของชุดการทดลองของข้อมลู โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) มี 3 ชุดทดลอง (treatments) และเปรียบเทียบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยระหวางชุดทดลองโดยใช้วิธี Duncan’ s New Multiple Range Test (Kearnthum, 1999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ระยะเวลาการทดลอง

มี 2 ขั้นตอน

1.การจัดทำและติดตั้งเครื่องวัดความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำอนูเบียสที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ เป็นเวลา 2 เดือน คือระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม พ.ศ. 2564

2.การทดลองผลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำอนูเบียส (*Anubias barteri var. glabra*) ที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ ใช้เวลาดำเนินการเป็นเวลา 1 เดือน คือ เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2564

6. สถานที่ดำเนินการทดลอง

ฟาร์มเพาะสัตว์น้ำและพืชน้ำอัจฉริยะ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลและวิจารณ์

ผล

จากการศึกษาผลของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำ (*Anubias barteri var.glabra*) ที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติเป็นระยะเวลา 1 เดือน ในโรงเรือนแบบเปิด จากการศึกษาพบว่าระดับความเข้มแสงส่งผลต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำอนูเบียสได้เป็นอย่างดี ซึ่งแสดงผลดังนี้

1.อัตราการรอดตายของต้นไม้น้ำอนูเบียส

ต้นไม้น้ำอนูเบียสที่นำมาให้ระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ ในชุดการทดลองที่ 1 ที่ให้ความเข้มแสง 1000 ลักซ์ เป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน ชุดการทดลองที่ 2 ให้ความเข้มแสง 2000 ลักซ์ เป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน และชุดการทดลองที่ 3 ให้ความเข้มแสง 3000 ลักซ์ เป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 1 เดือน พบว่าอนูเบียสมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากันคือ 100%

2. การเจริญเติบโตของไม้น้ำอนูเบียส จากการศึกษาผลของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ พบการเจริญเติบโตทางใบ ดังนี้

2.1 การเจริญเติบโตทางใบ (ตารางที่ 3 และ ตารางผนวกที่ 1 และ 2)

2.1.1 จำนวนใบ จำนวนใบเฉลี่ยของไม้น้ำอนูเบียสเมื่อเริ่มต้นการทดลองทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 44.60 – 52.80 ใบ เมื่อเริ่มทดลองตามระดับความเข้มแสง คือ 1000 ลักซ์ 2000 ลักซ์ และ 3000 ลักซ์ ด้วยระบบอัตโนมัติ เป็นเวลา 1 เดือน พบว่าจำนวนใบเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นตามจำนวนวันของการทดลองตามระดับความเข้มแสง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (1 เดือน) ไม้น้ำอนูเบียสในชุดทดลองที่ 1 ให้ความเข้มแสง 1000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน มีจำนวนใบเฉลี่ยสุงสุด 52.10±8.97 ใบ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับชุดการทดลองที่ 2 ที่ให้ความเข้มแสง 2000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 53.40±16.18 ใบ แต่จะแตกต่างกันทางสถิติกับชุดทดลองที่ 3 ที่ให้ความเข้มแสง 3000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 64.00± 14.32 ใบ

2.1.2 ความยาวใบ (ตารางที่ 3) ความยาวใบเฉลี่ยของไม้น้ำอนูเบียสเมื่อเริ่มต้นการทดลองทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 8.81– 8.97 ใบ เมื่อเริ่มทดลองตามระดับความเข้มแสง คือ 1000 ลักซ์ 2000 ลักซ์ และ 3000 ลักซ์ ด้วยระบบอัตโนมัติ เป็นเวลา 1 เดือน พบว่าความยาวใบเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นตามจำนวนวันของการทดลองตามระดับความเข็มแสง เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ้นสุดการทดลอง (1 เดือน) ไม้น้ำอนูเบียสในชุดทดลองที่ 1 ให้ความเข้มแสง 1000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน มีความยาวใบเฉลี่ยสุงสุด 9.71±0.64 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับชุดการทดลองที่ 2 ที่ให้ความเข้มแสง 2000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน ที่มีความยาวใบเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 9.67±0.37 เซนติเมตร และชุดการทดลองที่ 3 ที่ให้ความเข้มแสง 3000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน มีความยาวใบเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 9.13±0.58 เซนติเมตร

2.3 สภาพความสมบูรณ์และแข็งแรงของต้นอนูเบียสจำนวนใบเสียในระหว่างการทดลอง (ภาพที่ 15 ตารางที่ 3)

ในวันแรกของการทดลองพบว่าไม้น้ำอนูบียสทั้ง 3 ชุดทดลองยังไม่มีใบเน่าเสีย ทุกต้นของทุกชุดทดลองแข็งแรง สมบูรณ์ ไม่เน่าเสียแต่ ประการใด และเมื่อดำเนินการทดลองไม้น้ำอนูเบียสเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าจำนวนใบเสียเฉลี่ยมีค่า สูงสุดในชุดทดลองที่ 1 ที่ให้ความเข้มแสง 1000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน มีจำนวนใบเสียเฉลี่ย 1.40±0.49 ใบ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับชุดทดลองที่ 2 ที่ให้ความเข้มแสง 2000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน ที่มีจำนวนใบเสียเฉลี่ย 1.00±0.63 ใบ และชุดการทดลองที่ 3 ที่ให้ความเข้มแสง 3000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน ที่มีจำนวนใบเสียเฉลี่ย 1.00±0.63 ใบ

3.สีของไม้น้ำอนูเบียส (ภาพที่ 19, 20 และ 21 ตารางที่ 4)

ผลของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำ (*Anubias barteri var. glabra*) ที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ พบว่ามีสีที่แตกต่างกันเล็กน้อย ดังนี้

ในวันเริ่มต้นของการทดลองผลของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำ (*Anubias barteri var. glabra*) ที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ พบว่าไม้น้ำทั้ง 3 ชุดทดลอง มีค่าเฉลี่ยสีของใบในวันเริ่มต้นการทดลองที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยค่าความสว่าง (L*) เฉลี่ยอยู่ในช่วงระหว่าง 26.19-27.05 ค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a*) เฉลี่ยอยู่ในช่วงระหว่าง -3.56 - -4.13 และค่าความเป็นสีเหลืองหรือน้ำเงิน (b*) มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงระหว่าง 5.16-6.37 หลังการทดลอง (1 เดือน) พบว่าค่าความสว่าง (L*) ของไม้น้ำ ที่ให้ความเข้มแสง 1000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน, 2000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน และ 3000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน มีค่าเฉลี่ยคือ 28.21±0.37 , 28.15±0.39 และ 28.09±0.36 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a*) ของไม้น้ำ ที่ให้ความเข้มแสง 1000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน, ให้ความเข้มแสง 2000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน และ ให้ความเข้มแสง 3000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน มีค่าเฉลี่ยคือ -4.29±0.18 , -4.75±0.27 และ -4.57±0.21 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความเป็นสีเหลืองหรือน้ำเงิน (b*) ของไม้น้ำ ที่ให้ความเข้มแสง 1000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน, 2000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน และ 3000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน มีค่าเฉลี่ยคือ 6.49±0.38, 7.11±0.37 และ 6.58±0.48 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ภาพที่ 19 ลักษณะสีของใบของต้นไม้น้ำอนูเบียสที่นำมาให้ความเข้มแสง 1000 ลักซ์
ที่มา: ฟาร์มเพาะลี้ยงสัตว์น้ำและพืชน้ำอัจฉริยะ

ภาพที่ 20 ลักษณะสีของใบของต้นไม้น้ำอนูเบียสที่นำมาให้ความเข้มแสง 2000 ลักซ์
ที่มา: ฟาร์มเพาะลี้ยงสัตว์น้ำและพืชน้ำอัจฉริยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 21 ลักษณะสีของใบของต้นไม้น้ำอนูเบียสที่นำมาให้ความเข้มแสง 3000 ลักซ์
ที่มา: ฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและพืชน้ำอัจฉริยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของไม้น้ำอนูเบียสที่ระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ

ค่าที่ตรวจวัด	ความเข้มแสง		
	1000 ลักซ์	2000 ลักซ์	3000 ลักซ์
จำนวนใบเฉลี่ยเริ่มต้น (ใบ)^{ns}	52.80±7.91	44.60±14.84	49.60±11.89
จำนวนใบเฉลี่ยสุดท้าย (ใบ)^{ns}	52.00±8.97	53.40±16.18	64.00±14.32
จำนวนใบเสียเฉลี่ยเริ่มต้น^{ns}	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
จำนวนใบเสียเฉลี่ยสุดท้าย^{ns}	1.40±0.49	1.00±0.63	1.00±0.63
ความยาวใบเฉลี่ยเริ่มต้น (เซนติเมตร)^{ns}	9.16±.0.59	8.97±0.29	8.81±0.59
ความยาวใบเฉลี่ยสุดท้าย (เซนติเมตร)^{ns}	9.71±0.64	9.67±0.37	9.13±0.58
อัตราการรอดตาย (%)	100±0.00	100±0.00	100±0.00

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

ตารางที่ 4 ค่าสีใบของไม้น้ำอนูเบียสที่ระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ

ค่าที่ตรวจวัด	ความเข้มแสง		
	1000 ลักซ์	2000 ลักซ์	3000 ลักซ์
ค่าสีความสว่างใบ (L*) เฉลี่ยเริ่มต้น^{ns}	26.40±0.72	26.19±0.80	27.05±1.31
ค่าสีความสว่างใบ (L*) เฉลี่ยสุดท้าย^{ns}	28.21±0.37	28.15±0.39	28.09±0.36
ค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a*) เฉลี่ยเริ่มต้น^{ns}	-3.97±0.61	-4.13±0.31	-3.56±0.27
ค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a*) เฉลี่ยสุดท้าย	-4.29±0.18^{b}	-4.75±0.27^{a}	-4.57±0.21^{ab}
ค่าความเป็นสีเหลืองหรือน้ำเงิน (b*) เฉลี่ยเริ่มต้น^{ns}	5.74±0.91	6.37±0.96	5.16±0.64
ค่าความเป็นสีเหลืองหรือน้ำเงิน (b*) เฉลี่ยสุดท้าย^{ns}	6.49±0.38	7.11±0.37	6.58±0.48

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

2. ค่าเฉลี่ยที่มีภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกัน (p<0.05

วิจารณ์

จากการศึกษาผลของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำ (*Anubias barteri var. glabra*) ที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ พบว่า ความเข้มแสง 2000 lux ให้ผลดีที่สุด เนื่องจากค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a*) เฉลี่ยมากที่สุด คือ -4.75±0.27 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P< 0.05$) กับความเข้มแสง 1000 lux และ 3000 lux มีค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a*) เฉลี่ย คือ -4.57±0.21 และ -4.29±0.18 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ศศิภา (2554) กล่าวว่า ค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a*) จะขึ้นอยู่กับค่าที่วัดได้ ค่าเป็นบวกสีที่ออกมาจะเป็นสีแดง ค่าเป็นลบค่าจะออกมาเป็นสีเขียว และสอดคล้องกับการศึกษาของ มณีรัตน์ และคณะ (2548) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด พบว่า ต้นโลบีเลียเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่ระดับความเข้มแสง 2000 lux แต่ไม่สอดคล้องกับการเจริญเติบโตของต้นสาหร่ายคาบอมบาที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่ 3000 lux ในขณะที่ค่าการเจริญเติบโตและค่าอัตราการรอดตายเมื่อสิ้นสุดการทดลองของทั้ง 3 ชุดทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติในระหว่างชุดทดลองทั้ง 3 ชุดเหมือนกันทั้งค่าจำนวนใบ ความยาวใบ และอัตราการรอดตาย ซึ่งสอดคล้องกับที่ กาญจนรี และคณะ (2554) ที่รายงานว่าพืชน้ำสกุล Anubias เป็นพืชน้ำที่มีการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้ช้ามากๆ เมื่อเปรียบเทียบกับไม้น้ำชนิดอื่นโดยจะเกิดต้นอ่อนขึ้นปีละเพียง 1-3 ต้น เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. สามารถสร้างชุดต้นแบบของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำอนูเบียสที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติได้ โดยชุดต้นแบบดังกล่าวมีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีและช่วยลดแรงงานคนได้และยังควบคุมความเข้มแสงตามที่ต้องการได้อย่างแม่นยำ

2. ควรนำไม้น้ำอนูเบียสที่ได้จากระบบการปลูกแบบไร้ดิน นำมาจัดใส่ขอนไม้ใส่ในตู้ปลาโดยใช้ความเข้มแสง 2000 ลักซ์ 8 ชั่วโมงต่อวัน จะให้ผลของจำนวนใบเน่าเสียต่ำที่สุด ในขณะที่ค่าการเจริญเติบโต อันได้แก่ จำนวนใบ ความยาวใบ และอัตราการรอดตายของไม้น้ำอนูเบียสมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติกับชุดทดลองที่ให้ความเข้มแสง 1000 ลักซ์ และ 3000 ลักซ์

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีชุดการทดลองเปรียบเทียบระหว่างแสงเทียมกับแสงธรรมชาติ
2. ควรศึกษาการตรวจวัดคุณภาพน้ำเพื่อให้ทราบถึงผลของการเจริญเติบโตของไม้น้ำอนูเบียส
3. ควรศึกษากับพรรณไม้น้ำสายพันธุ์อื่นๆ เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต
4. ควรศึกษาผลของความเข้มแสงในระดับอื่นๆ เพื่อให้ทราบถึงการเจริญเติบโตที่ชัดยิ่งขึ้น
5. ควรมีค่าต่างๆในการเก็บผลการทดลองมากกว่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารและอ้างอิง

กัลยารัตน์ แปลงไธสง. 2558. **ผลของสารโซเดียมไฮโปคลอไรท์และเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อการฟอกฆ่าเชื้อบริเวณผิวของพรรณไม้น้ำอนูเบียส (*Anubias barteri* var. *afzelii*).** โครงงานพิเศษ. สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังวิทยาเขตรชุมพรเขตรอุดมศักดิ์, ชุมพร. 45 หน้า.

กาญจนรี พงษ์ฉวี, รัฐภัทร์ ประดิษฐ์สรรพ์, วรรณดา พิพัฒน์เจริญชัย และ กาญจนา จิรพันธ์พิพัฒน์. 2551. **การเพาะขยายพันธ์: พรรณไม้น้ำ.** สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและพรรณไม้น้ำ สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง, กรุงเทพมหานคร. 37 หน้า.

กาญจนรี พงษ์ฉวี. ม.ป.ป. **การใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการเพาะขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำ {แผ่นพับ}.** กลุ่มงานวิจัยพรรณไม้น้ำ สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและพรรณไม้น้ำ สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง. 2 หน้า.

บัณฑิตพงษ์ ศรีอำนวย, สราวุธ แผลงศร, วีระสิทธิ์ ปิติเจริญพร และ พิมพ์ใจ สีหะนาม. 2562. **การออกแบบระบบสมาร์ทฟาร์มโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับมะนาวจังหวัดเพชรบุรี.** การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา ครั้งที่ 6 ประจำปี พ.ศ.2562. มหาวิทยาลัยนครราชศรีมา จังหวัดนครราชศรีมา.

บุญดี สมที่นึก. 2548. **พรรณไม้น้ำ.** สำนักพิมพ์ประสานมิตร, กรุงเทพมหานคร. 118 หน้า.

ปณิธาน ทองแกมแก้ว และ จักรกฤษณ์ พจนศิลป์. 2559. การวิเคราะห์ธุรกิจการผลิตพรรณไม้น้ำเพื่อการส่งออก. **วารสารเศรษฐศาสตร์รามคำแหง 2 (2): 1-17.**

มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ, วิไลวรรณ เหมศิริ, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ วรางคณา กาซัม. 2548. **เรื่องเต็มการ ประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43: สาขาประมง สาขาการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม**. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43. กรุงเทพมหานคร. 574 หน้า

มณีรัตน หวังวิบูลยกิจ. 2547. **เทคนิคการจัดตูปลาและตูพรรณไม้น้ำ.** สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรประมง.

มัสยา คำบุญยอ. 2558. **ประโยชน์ของการจัดตู้ปลา.** คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รุ่งนภา บุญคง. 2558. **ผลของสารโซเดียมไฮโปคลอไรท์และเมอร์คิวริกคลอไรด์ต่อการฟอกฆ่าเชื้อบริเวณผิวของพรรณไม้น้ำอนูเบียส (*Anubias barteri* var. *nana*).** รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา. สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังวิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์, ชุมพร. 48 หน้า.

ศศิภา เต็กอวยพร. 2554. **การพัฒนาระบบวิเคราะห์เชิงภาพถ่ายเพื่อตรวจติดตามคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบ.** วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาลัยศิลปากร. 87 หน้า.

ศุภฤกษ์ เชาวลิตตระกูล. 2560. **ระบบปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ.** วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและพรรณไม้น้ำ. 2551. **สถิติการเกษตร.** สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำ จืด. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2555. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์.** ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 355 หน้า.

สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2530. **พรรณไม้น้ำ.** ภาควิชาพฤกษศาสตร คณะวิทยาศาสตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร. 233 หนา.

อรพรรณ ศังขจันทรานนท์, เทิดพงษ์ คงสนุ่น, วิไลวัลย์ นุชทองม่วง และ สุชัย หรดี. 2553. การศึกษาอนุกรม วิธานของพืชวงศ์บอน (family Araceae) ในอุทยานแห่งชาติเฉลิมรัตนโกสินทร์, น. 73-81. ใน **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

อาทิตย์ศรีแก้ว และ กมล ไชยศรี. 2555. **การออกแบบและพัฒนามอดูลการมองเห็นแบบชาญฉลาดสำหรับประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรกรรมด้วยเทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์.** สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

อารักษ์ ธีรอำพน. 2544. **การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน.** ฝ่ายรับแปลงถ่ายทอดเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยสุรนารี. นครราชศรีมา. 130 หน้า.

Crusio, W. 1979. **A revision of Anubias schott (Araceae).** Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

James, B. 1986. **A Fishkeeper's guide to aquarium plants**. Salamader Books. New York. 117 pp.

Ma, G.,Wang, R.,Wang, C.R., Kato, M., Yamawaki, K., Qin,F. & Xu, H.L. (2009). Effectof 1-methylcyclopropeneonexpressionof genes forethylene biosynthesisenzymes and ethylene receptors in post-harvest broccoli. **Plant Growth Regulation.** 57(3), 223-232.

Mutui, T.M., Mibus, H. & Serek, M. (2012). Effect of meta-topolin on leaf senescence and rooting in Pelargonium x hortorum cuttings. **Postharvest Biology and Technology.** 63 (1), 107-110.

Quirino, B.F., Noh, Y-S., Himelblau, E. & Amasino, R.M. (2000). Molecular aspects of leaf senescence. **Trends in Plant Science.** 5(7), 278-282.

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

Wangwibulkit, M., Meenakarn, W. and Wadsawang, S. 1997. **The optimum conditions for growingwater wisteria Hygrophilla difformis.** Inland Aquaculture Research Institute. Department of Fisheries Bangkok, Thailand.

แหล่งที่มา: **http://www.ett.co.th/productSensor/BH1750%20LUX%20SENSOR/man-th- BH1750.pdf.** เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 เมษายน 2564

แหล่งที่มา: **https://www.ioxhop.com/article.** เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 เมษายน 2564

แหล่งที่มา: **http://www.vrautomation.net/article/1/arduino.** เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 เมษายน 2564

แหล่งที่มา: **https://www.myarduino.net/category/109 relay-5v.** เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 เมษายน 2564

แหล่งที่มา: **https://aqua.c1ub.net/home/index.php?topic=12.0.** เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 เมษายน 2564

แหล่งที่มา: **https://en.wikipedia.org/wiki/Dimmer.** เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 เมษายน 2564

แหล่งที่มา: **http://www.inno-ins.com/14052173-timer.** เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 เมษายน 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 ผลของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ (วันที่ 0-14)

วันที่	ชุดการทดลองที่	ความเข้มแสง	ความยาวใบ	จำนวนใบ	จำนวนใบเสีย	ค่าสี		
						L*	a*	b*
0	1	1000 ลักซ์	8.81	52.8	0	27.05	-3.56	5.16
	2	2000 ลักซ์	8.97	44.6	0	26.19	-4.13	6.37
	3	3000 ลักซ์	9.16	49.6	0	26.41	-3.97	5.74
7	1	1000 ลักซ์	8.81	55.2	1.2	27.05	-3.86	5.39
	2	2000 ลักซ์	9.50	46.8	1.2	26.24	-4.25	6.52
	3	3000 ลักซ์	9.25	50.6	1.4	26.69	-3.87	5.86
14	1	1000 ลักซ์	9.04	61.6	1.2	27.94	-4.27	6.45
	2	2000 ลักซ์	9.48	51.8	1.2	27.99	-4.31	6.65
	3	3000 ลักซ์	9.49	49.4	1	28	-4.22	6.25

ตารางผนวกที่ 2 ผลของระดับความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตของไม้น้ำที่เลี้ยงในตู้ปลาแบบอัตโนมัติ (วันที่ 21-28)

วันที่	ชุดการทดลองที่	ความเข้มแสง	ความยาวใบ	จำนวนใบ	จำนวนใบเสีย	ค่าสี		
						L*	a*	b*
21	1	1000 ลักซ์	9.10	62.6	1	28.01	-6.58	6.45
	2	2000 ลักซ์	9.55	52.6	1.2	28.03	-4.53	6.9
	3	3000 ลักซ์	9.67	51	1.2	28.10	-4.11	6.32
28	1	1000 ลักซ์	9.13	64	1	28.09	-4.57	6.58
	2	2000 ลักซ์	9.67	53.4	1	28.15	-4.75	7.11
	3	3000 ลักซ์	9.70	52	1.4	28.21	-4.29	6.49

ประวัติการศึกษา

ชื่อ	นางสาวรุ่งทิวา บุญเย็น
เกิดวันที่	02 พฤษภาคม 2541
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ 222 ถ.พิศิษฐพยาบาล ต.ท่าตะเภา อ.เมือง จ.ชุมพร 86000
ประวัติการศึกษา	มัธยมศึกษา: โรงเรียนหงษ์เจริญวิทยาคม จังหวัดชุมพร ปริญญาตรี: วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้