ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
หลักสูตรการจัดการทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม

เรื่อง การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evaporative Cooling Greenhouse และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น

Vegetative Growth Comparative of *Anubias* sp. on Evaporative Cooling Greenhouse and Control Humidity Greenhouse

โดย นางสาวดวงทิพย์ ฤคณีย์
นางสาววัลลภา หนองห้าง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมเกียรติ สีสนอง)

หลักสูตรการจัดการทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม รับรองแล้ว

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุขุมาภรณ์ ขันธ์ศรี)
ประธานกรรมการบริหารหลักสูตรการจัดการทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม
วันที่ 25 เดือน เมษายน พ.ศ. 2554

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุขุมาภรณ์ ขันธ์ศรี)
ประธานสาขาวิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร
วันที่ 25 เดือน เมษายน พ.ศ. 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง
การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส ในโรงเรือนแบบ Evaporative Cooling Greenhouse และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น

Vegetative Growth Comparative of *Anubias* sp. on Evaporative Cooling Greenhouse and Control Humidity Greenhouse

โดย

นางสาวดวงทิพย์ ฤคณีย์

นางสาววัลลภา หนองห้าง

เสนอ

หลักสูตรการจัดการทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (การจัดการทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม)

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียสใน โรงเรือนแบบ Evaporative Cooling Greenhouse และโรงเรือนแบบควบคุม ความชื้น
	Vegetative Growth Comparative of *Anubias* sp. on Evaporative Cooling Greenhouse and Control Humidity Greenhouse
โดย	นางสาวดวงทิพย์ ฤคณีย์
	นางสาววัลลภา หนองห้าง
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (การจัดการทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม)
สาขาวิชา	พัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร
หลักสูตร	การจัดการทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม
คณะ	เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมเกียรติ สีสนอง

บทคัดย่อ

จากการศึกษาการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evaporative Cooling Greenhouse (Evap) และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น โดยทำการเพาะเลี้ยงอนูเบียสบาเทอรีและบอร์ดลีฟ ด้วยระบบการปลูกไร้ดินแบบ Deep flow techniques (DFT) ในสารละลายธาตุอาหารสูตร KMITL2 ต่อจากนั้นนำไปเพาะเลี้ยงในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น โดยควบคุมอุณหภูมิ และความชื้น และมีการปรับค่า EC ให้เท่ากับ 0.6 mS/cm และปรับ pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ซึ่ง pHที่เหมาะสมอยู่ในระหว่าง 6.5-7.4 จากนั้นศึกษาการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำโดยการวัด ความกว้างของใบ ความหนาของใบ ความยาวของใบ เส้นผ่านศูนย์กลางของต้น ความสูงของต้น ความเขียวของใบ และจำนวนใบตามลำดับ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของอนูเบียสบาเทอรีในโรงเรือน Evap คือ 16.18, 0.17, 28.10, 56.38 มิลลิเมตร 4.74 เซนติเมตร 51.97 (SPAD Value) และ 8 ใบตามลำดับ และค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของอนูเบียส บาเทอรีในโรงเรือนควบคุมความชื้น คือ 16.31, 0.16, 28.27, 59.03 มิลลิเมตร 4.95 เซนติเมตร 53.00 (SPAD Value) และ 9 ใบตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของอนูเบียสบอร์ดลีฟในโรงเรือนแบบ Evap คือ 18.87, 0.18, 29.21, 54.18 มิลลิเมตร 5.13 เซนติเมตร 51.70 (SPAD Value) และ 8 ใบ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของอนูเบียสบอร์ดลีฟในโรงเรือนควบคุมความชื้น คือ 19.38, 0.19 29.27, 58.80 มิลลิเมตร 5.24 เซนติเมตร 52.88 (SPAD Value) และ 8 ใบ ตามลำดับ ซึ่งจะพบว่าค่าเฉลี่ยการเจริญ เติบโตของอนูเบียสบาเทอรีและอนูเบียสบอร์ดลีฟในโรงเรือนควบคุมความชื้นมีค่าเฉลี่ยมากว่าโรงเรือน Evap แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าทั้งสองโรงเรือนไม่มีความแตกต่างกันนัยสำคัญ ($P>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้สามารถประสบผลสำเร็จไปได้ด้วยดี สืบเนื่องมาจากความช่วยเหลือและคำแนะนำที่กรุณาอย่างยิ่งของ ผศ.สมเกียรติ สีสนอง อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ท่านได้ให้ความอนุเคราะห์โดยสละเวลาในการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ และนอกจากนี้ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องอุปกรณ์ในการทดลอง อีกทั้งขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความกรุณาให้แนวความคิด ให้คำปรึกษาแนะนำเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำและขอขอบพระคุณพ่อ แม่ที่คอยให้กำลังใจและคอยสนับสนุนในด้านการศึกษา และขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่คอยช่วยเหลือสนับสนุนเราอย่างดีมาตลอด จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นางสาวดวงทิพย์ ฤคณีย์

นางสาววัลลภา หนองห้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ค
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์วิธีการศึกษา	18
ผลการศึกษา	20
สรุปผลการศึกษา	32
เอกสารอ้างอิง	33
ภาคผนวก	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตารางค่า EC และ pH ของโรงเรือน	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	โรงเรือนปลูกพืชเพื่อการจัดแสดง	4
2	โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสองชั้น	4
3	โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วแบบไม่สมมาตร (uneven span)	5
4	โรงเรือนหลังคาครึ่งวงกลมปลูกพืชทดลอง	5
5	โรงเรือนหลังคาครึ่งวงกลมเหลื่อม	6
6	โรงเรือนหลังคาครึ่งทรงกลม (dome)	6
7	โรงเรือนขนาดเล็กเพื่อการปลูกพืชสาธิต ณ ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร	7
8	แสดงสภาพอากาศที่ไหลผ่าน CELdek pad)	9
9	แสดงชนิดของ อนูเบียส (*Anubias sp.*)	11
10	ระบบ nutrient film technique (NFT)	12
11	ระบบ deep flow technique (DFT)	13
12	ระบบ floating system	14
13	การเปรียบเทียบความกว้างของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น	20
14	การเปรียบเทียบความยาวของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น	21
15	การเปรียบเทียบความหนาของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น	22
16	การเปรียบเทียบความสูงของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น	23
17	การเปรียบเทียบจำนวนใบของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น	24
18	การเปรียบเทียบความเขียวของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
19	การเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางของอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือน แบบควบคุมความชื้น	26
20	ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกโรงเรือนในช่วงกลางวันและกลางคืนของโรงเรือนแบบ Evap	27
21	ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนในช่วงกลางวันและกลางคืนของโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น	28
22	อุณหภูมิเฉลี่ยภายในโรงเรือนในช่วงกลางวันและกลางคืนของโรงเรือนแบบ Evap	29
23	อุณหภูมิเฉลี่ยภายในโรงเรือนในช่วงกลางวันและกลางคืนของโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

อนูเบียสจัดเป็นพืชพรรณไม้น้ำที่มีความสวยงามชนิดหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากมีรูปทรงและสีสันที่สวยงามอีกทั้งยังมีลำต้นและใบที่เหนียวทนทานจึงสามารถเลี้ยงร่วมกับปลาสวยงามชนิดที่เป็นปลากินพืชได้ เหมาะแก่การนำไปประดับในตู้ปลา ในด้านเศรษฐกิจพบว่าจัดเป็นพืชที่ได้รับความนิยมเป็นอันดับต้นๆ และมีมูลค่าการส่งออกเป็นอับดับสองในส่งออกไม้น้ำของไทย (พวกผกา, 2546) อนูเบียสนั้นเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ทางทวีปอัฟริกาตะวันตกอาศัยอยู่ตามธรรมชาติเจริญอยู่ในบริเวณที่มีความชื้นร่ม แสงแดดปานกลาง อากาศเย็นอุณหภูมิประมาณ 22-28 องศาเซลเซียส (Anon, 2002) ลักษณะพิเศษของมันก็คือ มีความคงทนและตายยากแต่ในขณะเดียวกันก็เป็นพืชที่มีการขยายพันธุ์และการเจริญเติบโตที่ช้าเช่นเดียวกัน (Rataj and Horeman, 1977)

สำหรับการเพาะปลูกพืชชนิดนี้จะปลูกแบบไม่ใช้ดินหรือแบบไฮโดรโปนิก เป็นการปลูกพืชโดยใช้หลักวิชาการแบบวิทยาศาสตร์สมัยใหม่โดยเลียนแบบการปลูกพืชบนดิน แต่ไม่นำดินมาใช้เป็นวัสดุปลูก พืชจะสามารถจะเจริญเติบโตได้โดยอาศัยธาตุอาหารต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำ เพื่อทดแทนธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน ซึ่งมีรูปแบบในการปลูกที่หลากหลายแตกต่างกันไป ในด้านของสภาพแวดล้อมในการเพาะเลี้ยงก็มีส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้อนูเบียสซึ่งจะช่วยให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดี

ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาทดลองเกี่ยวกับความแตกต่างของการเจริญเติบโตของพืชในโรงเรือนสองแบบคือแบบ Evap หรือ Evaporative Cooling Greenhouse และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้นโดยอาศัยหลักการของการพ่นน้ำ เพื่อนำผลข้อมูลที่ได้นำไปเป็นประโยชน์ในด้านการเพาะปลูกที่มีคุณภาพและเพิ่มศักยภาพในการส่งออกไปยังต่างประเทศต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียสในสภาพโรงเรือนที่แตกต่างกัน
2. เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างโรงเรือนแบบ Evaporative Cooling Greenhouse และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ลักษณะโรงเรือนในการเพาะปลูกในประเทศไทย

โรงเรือนสำหรับปลูกพืชมีหลายรูปแบบ การเลือกหรือการออกแบบออกแบบโรงเรือนที่เหมาะสมต่อความต้องการ จำเป็นต้องพิจารณาจากปัจจัยหลายอย่างของพื้นที่ก่อสร้างโรงเรือนประกอบกัน ได้แก่

1. ลักษณะภูมิอากาศ เช่น อากาศร้อนในบางฤดูและหนาวมากในบางฤดู ฝนตกหนักในบางฤดู อากาศแห้งในบางฤดู และลมแรงในบางฤดู เป็นต้น ลักษณะภูมิประเทศ เช่น พื้นที่ก่อสร้างเป็นที่ลาดชัน หรือพื้นที่ก่อสร้างเป็นที่ลุ่มน้ำขังในบางฤดู เป็นต้น

2. ระบบปลูกที่เลือกใช้ การติดตั้งอุปกรณ์ของระบบปลูกแต่ละระบบแตกต่างกัน จึงต้องออกแบบรายละเอียดภายในโรงเรือนที่แตกต่างกัน ระบบปลูกที่ต้องการการหมุนเวียนสารละลายอาจต้องสร้างหลุมในโรงเรือนเพื่อวางถัง

3. ชนิดของพืชที่ต้องการปลูก พืชจำพวก แตงและมะเขือเทศ จำเป็นต้องออกแบบให้มีเครื่องค้ำจุนลำต้น ในขณะที่ผักไม่จำเป็นต้องมี โรงเรือนสำหรับปลูกกล้วยไม้และหน้าวัวจำเป็นต้องมีการพรางแสง

4. ปริมาณการผลิต และความแปรปรวนในรอบปี ราคาพืชส่วนใหญ่แปรปรวนตามปัจจัยด้านการตลาด การผลิตจึงอาจจำเป็นต้องหมุนเวียนปลูกพืชหลายชนิดสลับกัน เพื่อเลือกพืชราคาเหมาะสมในฤดูนั้นๆ โรงเรือนจึงจำเป็นต้องออกแบบให้เหมาะสมกับการปลูกพืชหลายชนิด

5. การระบาดของศัตรูพืช พื้นที่ซึ่งมีการระบาดของศัตรูพืชรุนแรง จำเป็นต้องเข้มงวดในการป้องกัน หรือสลับไปปลูกพืชชนิดอื่นในฤดูที่มีการระบาด จึงต้องออกแบบโรงเรือนในตอบสนองต่อความต้องการเหล่านี้ได้ เพื่อลดความเสียหาย

6. ทุนและแหล่งทุนของผู้ประกอบการ ผู้ประกอบการที่มีทุนน้อยอาจจำเป็นต้องเลือกสร้างโรงเรือนราคาถูกก่อนในระยะเริ่มต้น

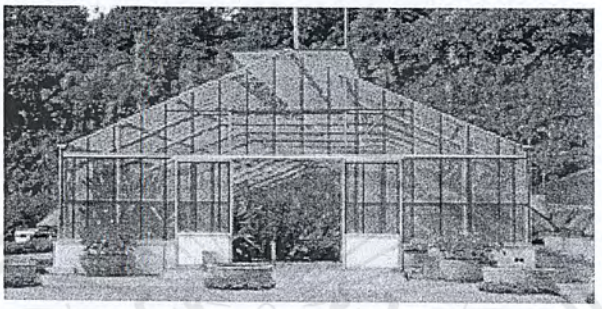
7. ขนาดพื้นที่ การสร้างโรงเรือนในพื้นที่น้อย จำเป็นต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในลำดับต้นๆ ของการตัดสินใจ ในขณะที่การออกแบบโรงเรือนในพื้นที่กว้างสามารถพิจารณาปัจจัยอื่นก่อน

8. ลักษณะการใช้ประโยชน์ โรงเรือนที่ต้องการปลูกพืชเพื่อการจัดแสดง จำเป็นต้องคำนึงถึงความสวยงามด้านสถาปัตยกรรมในลำดับต้นๆ ในขณะที่โรงเรือนเพื่อการผลิต ควรคำนึงถึงประสิทธิภาพการผลิตและต้นทุนเป็นลำดับต้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบโรงเรือนสามารถจำแนกตามรูปทรง ได้ดังนี้

1. โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วแบบสมมาตร (even span หรือ single span) เป็นรูปแบบโรงเรือนที่ใช้กันแพร่หลายในเขตอบอุ่นและเขตหนาว หลังคาอาจออกแบบให้เปิดได้เพื่อระบายอากาศร้อนในฤดูร้อน รูปแบบอาคารแบบนี้ไม่ค่อยเหมาะสำหรับประเทศในเขตร้อน



ภาพที่ 1 โรงเรือนปลูกพืชเพื่อการจัดแสดง

ที่มา: http://agri.wu.ac.th/msomsak/Soilless/Chapter07/Greenhouse.htm

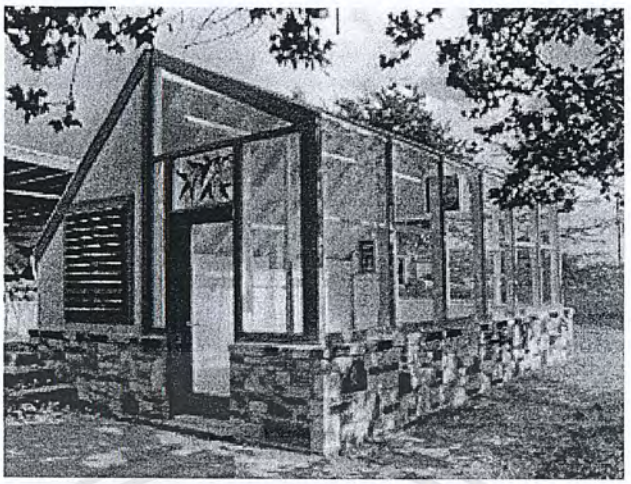
2. โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสองชั้น (double span) อาคารรูปแบบนี้สร้างขึ้นเพื่อให้อากาศร้อนภายในอาคารระบายออกได้ดี แม้ในช่วงฝนตกน้ำฝนก็ไม่สาดเข้ามาภายในอาคารโรงเรือน อาคารรูปแบบนี้เหมาะสำหรับประเทศในเขตร้อน

ภาพที่ 2 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสองชั้น

ที่มา: http://agri.wu.ac.th/msomsak/Soilless/Chapter07/Greenhouse.htm

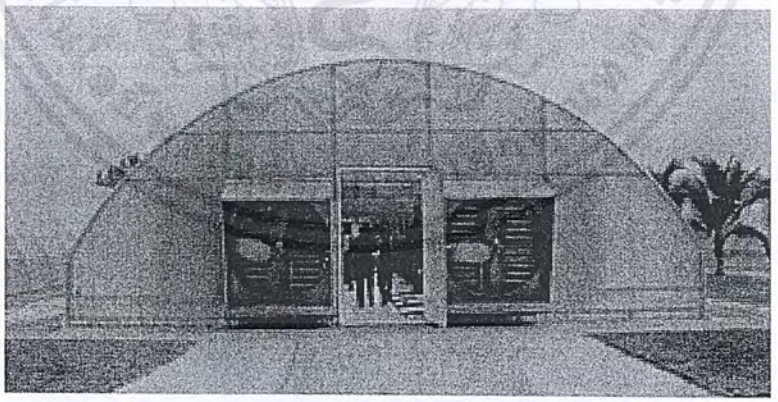
3. โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วแบบไม่สมมาตร (uneven span) โรงเรือนแบบนี้จะมีหลังคาด้านหนึ่งยาวกว่าอีกด้านหนึ่ง เหมาะสำหรับการก่อสร้างในพื้นซึ่งเป็นเนินเขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วแบบไม่สมมาตร (uneven span)
ที่มา: http://agri.wu.ac.th/msomsak/Soilless/Chapter07/Greenhouse.htm

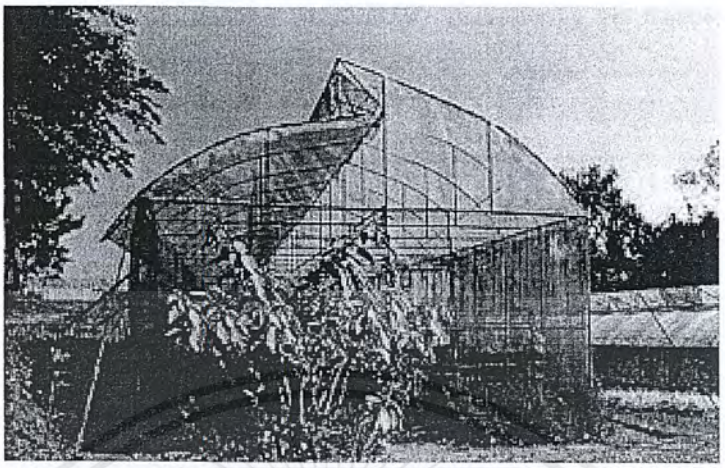
4. โรงเรือนหลังคาครึ่งวงกลม (quonset) เป็นแบบโรงเรือนที่ได้รับความนิยมแพร่หลายในเขตอบอุ่นและเขตหนาวอีกแบบหนึ่ง การก่อสร้างไม่ซับซ้อนมากนัก เหมาะสำหรับกรณีที่ต้องการมุงหลังคาด้วยวัสดุที่โค้งงอได้ง่าย เช่น แผ่นพลาสติกชนิดต่าง ๆ การระบายอากาศร้อนทำได้ยาก จึงไม่เหมาะสำหรับประเทศในเขตร้อน



ภาพที่ 4 โรงเรือนหลังคาครึ่งวงกลมปลูกพืชทดลอง
ที่มา: http://agri.wu.ac.th/msomsak/Soilless/Chapter07/Greenhouse.htm

5. โรงเรือนหลังคาครึ่งวงกลมเหลื่อม เป็นโรงเรือนที่ออกแบบให้ง่ายต่อการระบายอากาศร้อน เนื่องจากหลังคามีช่องเปิด โรงเรือนแบบนี้จึงเหมาะสำหรับประเทศในเขตร้อน

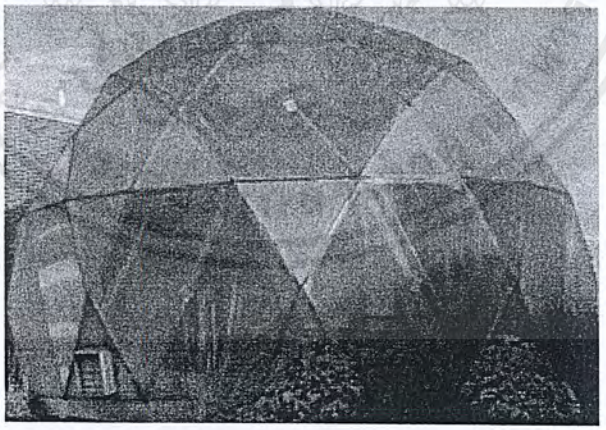
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 โรงเรือนหลังคาครึ่งวงกลมเหลื่อม

ที่มา: http://agri.wu.ac.th/msomsak/Soilless/Chapter07/Greenhouse.htm

6. โรงเรือนหลังคาครึ่งทรงกลม (dome) โรงเรือนแบบนี้ยากต่อการขยายให้ครอบคลุมพื้นที่กว้าง จึงไม่ค่อยนิยมสร้างสำหรับการผลิตพืชในเชิงพาณิชย์ ส่วนใหญ่สร้างขึ้นเพื่อให้มีจุดเด่นทางด้านสถาปัตยกรรมใน Botanical Garden หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ



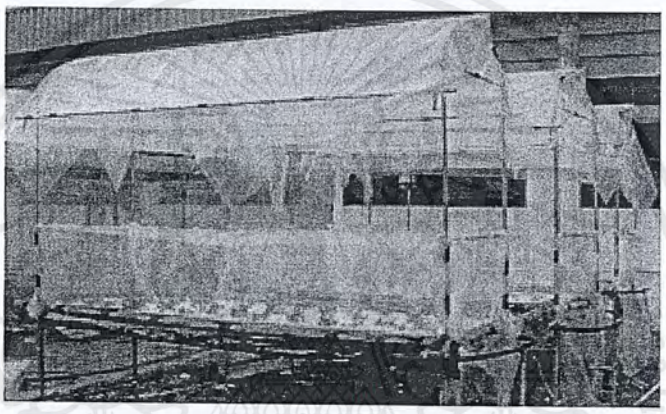
ภาพที่ 6 โรงเรือนหลังคาครึ่งทรงกลม (dome)

ที่มา: http://agri.wu.ac.th/msomsak/Soilless/Chapter07/Greenhouse.htm

7. โรงเรือนขนาดเล็ก โรงเรือนขนาดใหญ่ช่วยให้สามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมภายในโรงเรือนได้ง่าย แต่ขณะเดียวกันก็มีข้อเสียหลายอย่า เช่น เสียพื้นที่ส่วนหนึ่งเพื่อเป็นทางเดินและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำเลียงวัสดุ ทำให้มีค่าก่อสร้างเพิ่มขึ้นในส่วนที่ไม่จำเป็นนี้ ค่าก่อสร้างแพงและต้องใช้เงินลงทุนครั้งละมากๆ และแก้ไขได้ยากเมื่อเกิดการระบาดของโรคหรือแมลง เป็นต้น ในพื้นที่เขตร้อนของโลก ซึ่งมีอุณหภูมิสูงพอสำหรับการเจริญเติบโตของพืชตลอดทั้งปี การสร้างโรงเรือนขนาดใหญ่เพื่อเก็บความร้อนให้มีอุณหภูมิสูงพอสำหรับการเจริญเติบโตของพืชจึงไม่จำเป็น โรงเรือนขนาดเล็กที่มีเพียงหลังคากันฝน หรือมีมุ้งกันแมลงก็เพียงพอต่อการปลูกพืช นอกจากนี้ เกษตรกรยังไม่จำเป็นต้องลงทุนสูงในครั้งเดียว สามารถวางแผนการผลิตได้ง่าย และมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่ำ จึงเป็นที่นิยมของเกษตรกรในหลายพื้นที่



ภาพที่ 7 โรงเรือนขนาดเล็กเพื่อการปลูกพืชสาธิต
ที่มา: http://agri.wu.ac.th/msomsak/Soilless/Chapter07/Greenhouse.htm

ประโยชน์ของการเพาะปลูกในโรงเรือน

1. สามารถป้องกันแมลงไม่ให้เข้าไปทำลายพืชที่ปลูก ทำให้ไม่ต้องใช้ยาฆ่าแมลง ผู้บริโภคพืชผักที่ปลูกโดยวิธีนี้จึงมีความปลอดภัยจากสารพิษตกค้างในผลผลิต

2. ป้องกันน้ำฝนลงไปเจือปนในสารละลายธาตุอาหาร จนสารละลายเจือจางเกินไปไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืช และมีปริมาตรที่เพิ่มขึ้นจนไหลล้นออกมาจากเครื่องปลูก ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายกับการปลูกพืชทั้งระบบ

3. สามารถควบคุมปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมในการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช เช่น ความเข้มแสง ระยะเวลาที่พืชรับแสง ความเข้มข้นของแก๊ส CO_2 และอุณหภูมิ เป็นต้น ทำให้สามารถผลิตพืชได้ทั้งปี โดยไม่ต้องอาศัยฤดูกาลตามธรรมชาติเข้าช่วย ผู้ปลูกสามารถวางแผนการผลิตได้ง่าย และเสี่ยงต่อการแปรปรวนของธรรมชาติน้อยกว่าการปลูกในพื้นที่โล่งแจ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สามารถออกแบบให้เป็นการผลิตอัตโนมัติ เช่นเดียวกับการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมต่างๆ ได้ง่าย ช่วยประหยัดแรงงานในการดำเนินการ

5. ลดโอกาสในการสัมผัสสิ่งสกปรก ทำให้พืชที่ผลิตได้ สะอาดไม่เป็นพาหะนำโรค

6. สามารถติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เช่น อุปกรณ์พยุงลำต้น อุปกรณ์แขวนผล ได้ง่าย และอาจติดตั้งเพียงครั้งเดียว แต่สามารถใช้งานติดต่อกันได้หลายฤดูปลูก

7. มีสิ่งแวดล้อมในการทำงานที่ดี และสะอาดไม่เปื้อนดินโคลน ช่วยให้ผู้ปลูกมีความเพลิดเพลินในการทำงานมากกว่า

โรงเรือนอาจเป็นอุปสรรคต่อผู้ปลูกในบางประเด็น โดยเฉพาะต้นทุนในการก่อสร้าง สินค้าเกษตรมักเป็นสินค้าที่มีความเสี่ยงสูงผู้ลงทุนจึงต้องวางแผนอย่างรัดกุม นอกจากนี้โรงเรือนยังอาจเป็นอุปสรรคต่อการผสมเกสรของพืช แมลงธรรมชาติที่มีประโยชน์ต่อการผสมเกสรไม่สามารถเข้าไปช่วยผสมเกสรได้ ผู้ปลูกจึงควรเลือกชนิดของพืชที่ไม่ได้รับผลกระทบในการผสมเกสร เช่น พืชที่มีดอกสมบูรณ์เพศ หรือพืชกินใบ เป็นต้น

โรงเรือน Evaporative Cooling Greenhouse **หรือ** Evap .

เป็นโรงเรือนที่มีระบบการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศและลดอุณหภูมิภายในให้ต่ำกว่าสภาพภายนอกโรงเรือน โดยมีระบบในการทำความเย็นดังนี้

ระบบทำความเย็น (Cooling System) **ภายในโรงเรือน**

โรงเรือน แบบ Evaporative Cooling System หรือ Fan and pad Cooling System หรือ ระบบ Evap มีการใช้อย่างแพร่หลายในต่างประเทศมานาน แต่สำหรับประเทศไทยระบบนี้เป็นระบบที่ยังใหม่ยังไม่แพร่หลายในการใช้งาน อย่างไรก็ตามในปัจจุบันประเทศไทยได้มีผู้นำมาใช้ในทางการค้าแล้ว แต่ต้องใช้งบประมาณในการลงทุนราคาสูง จึงทำให้มีการใช้ระบบนี้กับเกษตรกรรายใหญ่เท่านั้น

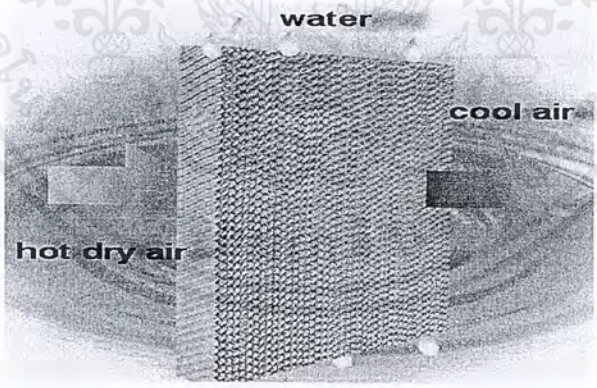
ปัจจัย 2 อย่างที่ต่างกันอย่างเห็นได้ชัดในการทำความเย็นภายในโรงเรือนคือ โรงเรือนสำหรับฤดูร้อนและฤดูหนาว ในช่วงฤดูร้อนที่มีความร้อนจัดนั้นจะมีผลกระทบต่อผลผลิตของพืช อุณหภูมิภายในโรงเรือนจะอยู่ในระดับที่สูงกว่าอุณหภูมิภายนอก ซึ่งมีผลต่อการสร้างลำต้น, ดอกจะมีขนาดเล็กลง, การออกดอกช้าลงและมักจะมีการออกช่อดอกก่อนกำหนด การทำงานของระบบทำความเย็นแบบนี้จะขึ้นอยู่กับกระบวนการดูดความร้อนระหว่างการระเหยไปของน้ำ แต่ความร้อนที่เพิ่มขึ้นก็ยังเป็นปัญหา แม้ว่าอุณหภูมิภายในจะลดลงพอๆกับอุณหภูมิด้านนอก การเก็บกักพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ของโรงเรือนก็อาจจะทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงขึ้นในระดับวิกฤตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดสภาพอากาศที่เหมาะสมนับว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการกำหนดผลประโยชน์สูงสุดที่จะได้รับ การสร้างโรงเรือนและโรงปศุสัตว์ในประเทศที่มีสภาพภูมิอากาศเขตร้อนและร้อนชื้นจะมีปัญหาเกี่ยวกับอุณหภูมิที่สูงมากภายในโรงเรือนเสมอ อัตราผลผลิตของพืชและสัตว์มักได้รับความเสียหายจากที่อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นและอากาศร้อนจัด

หลักการทำงานของระบบ (Evap, Evaporative Cooling System)

วิธีทำความเย็นแบบนี้ก็คือให้อากาศภายนอกผ่านแผ่น pad ที่เปียกชื้นซึ่งจัดให้อยู่บริเวณตามความยาวของผนังโรงเรือน โดยกำหนดให้แผ่น pad มีความยาวที่เหมาะสมกับขนาดของโรงเรือนเมื่ออากาศสัมผัสกับความชื้นมวลอากาศเดิมจะมีอุณหภูมิลดลง เนื่องจากระบวนการดูดความร้อนจากการเปลี่ยนสถานะของน้ำไปเป็นไอน้ำ อากาศจะมีอุณหภูมิลดลงผันแปรตามปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้น และถ้าสภาวะอากาศภายนอกมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำถึงปานกลางหรืออากาศภายนอกมีอุณหภูมิสูง การลดอุณหภูมิโดยวิธีนี้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในทางปฏิบัติตัวอาคารโรงเรือนจะต้องปิดมิดชิดมีส่วนให้อากาศผ่านเข้าโรงเรือนทางแผ่น pad ที่ชุ่มน้ำด้วยเท่านั้น โดยจะมีปั้มน้ำติดตั้งทำหน้าที่หมุนเวียนน้ำให้กับ pad ขณะเดียวกับพัดลมจะติดตั้งอยู่ด้านท้ายของโรงเรือนเพื่อดูดอากาศจากภายนอกเข้ามาภายในโรงเรือน (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 แสดงสภาพอากาศที่ไหลผ่าน CELdek pad
ที่มา: http://deltashoponline.com/product.detail_575104_th_2733639#

เมื่อระบบทำงาน พัดลมจะดูดอากาศภายในโรงเรือนออกสู่ภายนอกและอากาศภายนอกจะไหลเข้ามาแทนที่อากาศภายในโรงเรือนโดยผ่านแผ่น pad ที่เปียก ขณะที่อากาศเคลื่อนเคลื่อนที่ผ่านแผ่น pad เปียกนั้น อากาศจะได้รับการเพิ่มความชื้นและลดอุณหภูมิ หรือเรียกว่าการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระเหยของน้ำ และจะทำให้อากาศเย็นลงเมื่อระบบการทำงานอย่างต่อเนื่องจะส่งผลให้ระบบสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนให้ต่ำกว่าภายนอกได้ตามประสิทธิภาพ ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วอากาศในประเทศไทยจะสามารถลดอุณหภูมิได้ 5-8 องศาเซลเซียส

โรงเรือนแบบควบคุมความชื้นโดยวิธีการพ่นหมอก

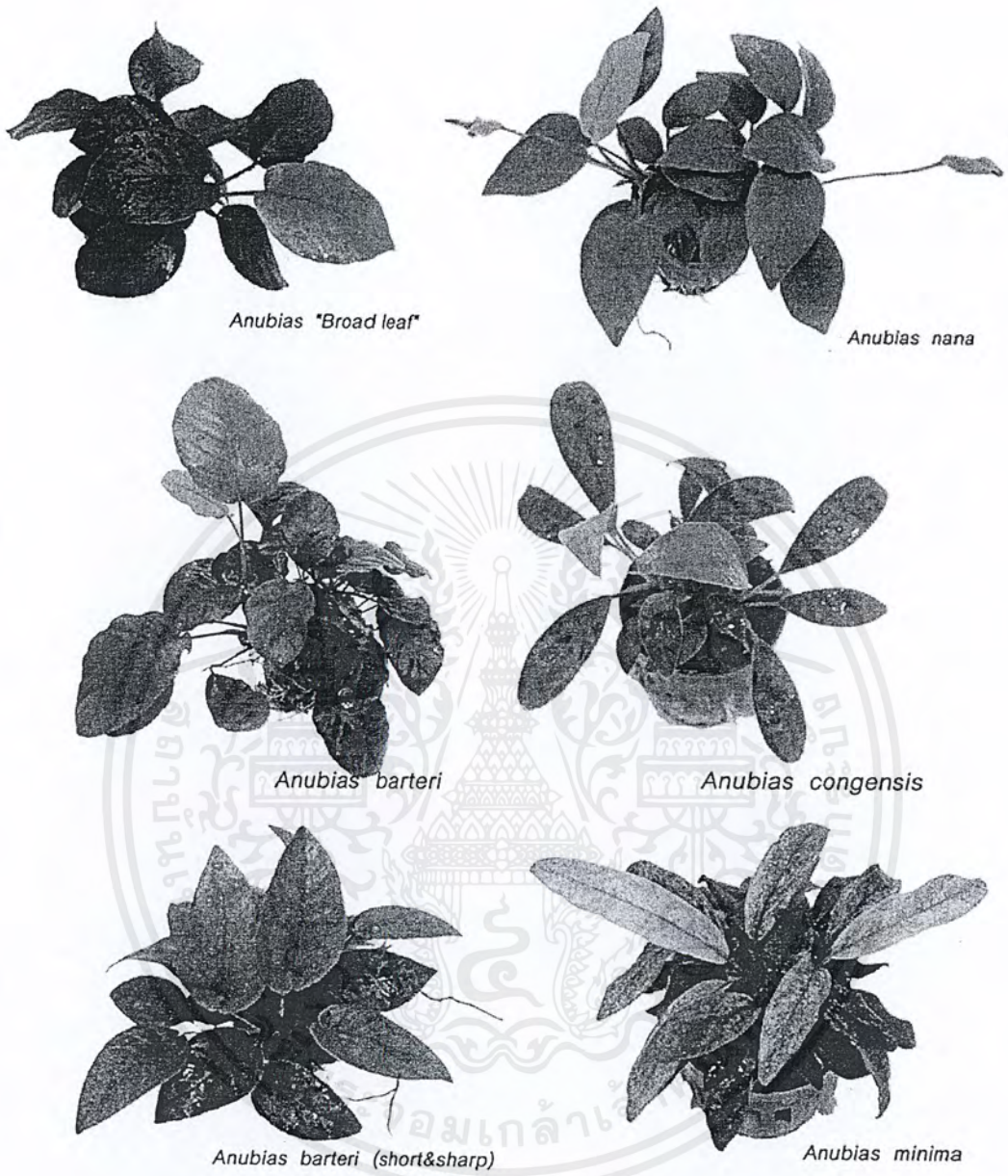
เป็นโรงเรือนที่ผลิตขึ้นโดยการประยุกต์จากโรงเรือนแบบต่างๆขึ้นมา ซึ่งลักษณะไม่ต่างจากโรงเรือนโดยทั่วไปมากนัก วัสดุในการคลุมก็จะใช้พลาสติกในการปกคลุมเพื่อป้องกันฝนและแสงแดด ซึ่งจะทำหน้าที่ในการเก็บกักความชื้นให้อยู่ในระดับที่พอเหมาะกับความต้องการ โรงเรือนในลักษณะนี้สามารถทำได้ง่าย และค่าใช้จ่ายก็ไม่แพง โดยลักษณะของโรงเรือนจะเป็นสีเหลี่ยมผืนผ้าคลุมด้วยพลาสติกใส มีความกว้าง 5 เมตร ยาว 8 เมตร และสูง 1.6 เมตร และมีตาข่ายคลุมห่างจากพื้น 30 เซนติเมตร เพื่อป้องกันแมลงหรือสัตว์ที่จะเข้ามาในโรงเรือน อย่างเช่น หนู เป็นต้น โดยภายในโรงเรือนจะมีเครื่องควบคุมความชื้น โดยเครื่องพ่นหมอก Ther motek by tradix โดยจะตั้งเวลาในการพ่นหมอกตั้งแต่เวลา 9:30-16:00 น. ด้านนอกของโรงเรือนมีระบบพรางแสงโดยใช้สแลนส์พรางแสงได้ 70% ครอบโรงเรือนโดยให้มีขนาดใหญ่กว่าโรงเรือน มีโครงสร้างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดความกว้าง 7 เมตร ยาว 10 เมตร สูง 3 เมตร

ข้อมูลทั่วไปของพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส (*Anubias* sp.)

พรรณไม้น้ำอนูเบียส (*Anubias* sp.) เป็นชื่อที่ตั้งตามเทพเจ้าอนูบิส (Anubis) ซึ่งเป็นเทพแห่งเงาของชาวอียิปต์โบราณ พรรณไม้น้ำในสกุลนี้อยู่ในวงศ์ Araceae มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปอัฟริกาตะวันตก มีลำต้นเป็นเหง้าใต้ดิน ใบมีสีเขียวแตกออกจากโคนต้นเป็นกอ ก้านใบและใบเหนียวแข็งแรง มีดอกขนาดเล็กไม่มีก้านดอก ออกรวมกันเป็นช่อแบบสแปดิก (spadix) มีกาบประดับคล้ายใบสีน้ำตาลหรือสีขาวใน ธรรมชาติพบอยู่ในบริเวณแม่น้ำลำธารตื้นๆ หรือบริเวณชายฝั่งชื้นแฉะที่มีแสงไม่มาก จัดเป็นพรรณไม้ประเภท ครึ่งบกครึ่งน้ำ มีลำต้นเจริญใต้น้ำและใบชูเหนือน้ำ หรือเจริญในที่ร่ม ชื้นแฉะ และมีความชื้นสูงสามารถเจริญอยู่ใต้น้ำได้ดีในฤดูน้ำท่วมถึง

ด้านเศรษฐกิจ อนูเบียสเป็นพรรณไม้น้ำที่มีมูลค่าสูงและได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั่วโลก ประเทศไทยผลิตและส่งออกอนูเบียสไปยังประเทศญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์ อเมริกา และเดนมาร์ก เป็นต้น โดยมีมูลค่าการส่งออกสูงเป็นอันดับสองของการส่งออกพรรณไม้น้ำไปยังต่างประเทศ (พวงผกา, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 ชนิดของอนูเบียส (*Anubias* sp.)

ที่มา: http://th.discuscommunity.com/index.php?topic=262.0

ระบบปลูกพรรณไม้แบบไร้ดิน (Hydroponic system)

การปลูกพรรณไม้น้ำแบบไร้ดิน คือการปลูกพรรณไม้น้ำโดยไม่ใช้ดินแต่ใช้ใช้วัสดุปลูกหรือปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืช (นงนุช, 2549) ซึ่งแบ่งได้ 2 แบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปลูกพรรณไม้น้ำในทรายหยาบ

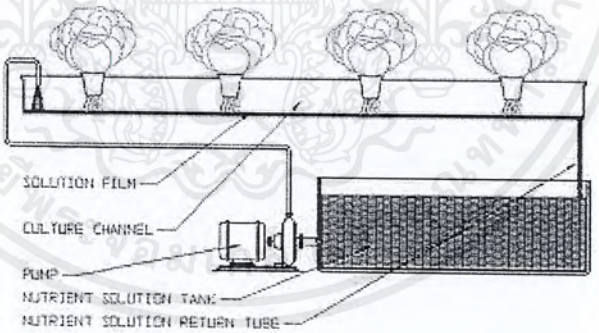
เป็นการปลูกพรรณไม้น้ำโดยใช้ทรายหยาบเป็นวัสดุปลูก ซึ่งทรายหยาบมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้น้อยมาก เป็นสารเฉื่อยไม่ทำปฏิกิริยาเคมี ความพรุนระหว่างก้อนมากและมีอายุการใช้งานนาน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1-3 มิลลิเมตร และในการปลูกจะใช้ความหนาของทรายหยาบประมาณ 15-20 เซนติเมตร

การปลูกพรรณไม้น้ำในสารละลายธาตุอาหารพืช

การปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชหรือการปลูกให้รากสัมผัสกับน้ำเป็นการปลูกโดยที่รากของพรรณไม้น้ำจะเจริญอยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืช สามารถแบ่งได้เป็น

1. **ระบบ** nutrient film technique (NFT)

เป็นการปลูกพรรณไม้น้ำโดยให้สารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านรากพรรณไม้น้ำอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาบนรางปลูก สารอาหารธาตุอาหารพืชจะไหลเป็นแผ่นฟิล์มที่มีความบางประมาณ 5 มิลลิเมตร ผ่านรากพืชที่อยู่บนรางปลูกที่มีความชันของรางปลูก ระบบนี้ประกอบรางปลูกพรรณไม้น้ำขนาดกว้าง 10 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร ยาว 4-18 เซนติเมตร



ภาพที่ 10 ระบบ nutrient film technique (NFT)

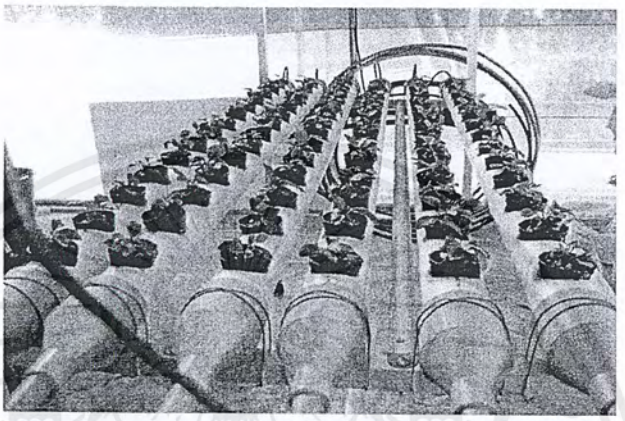
ที่มา:http://www.sudipan.net/phpBB2/viewtopic.php?p=20767&sid=95d52be027c45cea08df577b53fdb453

2. **ระบบ** deep flow technique (DFT)

การปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชหรือการปลูกให้รากสัมผัสกับน้ำเป็นการปลูกโดยที่รากของพรรณไม้น้ำจะเจริญอยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืช โดยระบบ deep flow technique

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(DFT) เป็นการปลูกพรรณไม้น้ำที่ให้สารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านรากของพรรณไม้น้ำในราง โดยรากพืชแช่อยู่ในน้ำสูงประมาณ 3 เซนติเมตร ซึ่งสารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านช่องว่างภายในราง หรือท่อตลอดเวลา ระบบนี้ประกอบด้วยท่อปลูก ทำมาจากท่อ PVC สีขาว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-2.5 นิ้ว ยาว 4-18 เมตร และด้านบนของท่อเจาะรูเพื่อปลูกพรรณไม้น้ำ



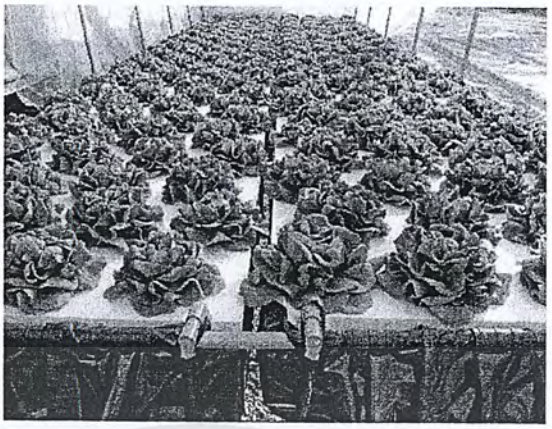
ภาพที่ 11 ระบบ deep flow technique (DFT)

3. ระบบ floating system

เป็นการปลูกพรรณไม้น้ำที่รากของพรรณไม้น้ำแช่อยู่ในน้ำในถาดปลูก ระบบนี้ประกอบด้วยโฟมเจาะรูเพื่อปลูกพรรณไม้น้ำและแผ่นโฟมดังกล่าวนี้ลอยอยู่ในถาดปลูกที่ใส่สารละลายธาตุอาหารพืช

ปัจจุบันการปลูกพรรณไม้น้ำเพื่อการค้าแบบพัฒนาส่วนใหญ่นิยมเพาะเลี้ยงกันในโรงเรือน ซึ่งสามารถควบคุมความชื้น แสงสว่างและปุ๋ยได้โดยอัตโนมัติ สามรถป้องกันแมลงศัตรูพืชได้ดีและผลผลิตที่ได้มีลักษณะเป็นกลุ่ม หรือกอสวยงามเป็นที่นิยมของผู้ซื้อ (วันเพ็ญ, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 ระบบ floating system

ที่มา: http://www.thaigreenagro.com/aticle.aspx?id=6952

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ

1. ปัจจัยทางพันธุกรรม

พันธุกรรมจัดเป็นปัจจัยของพืชเอง เพราะเกี่ยวข้องกับเรื่องของยีน เพราะยีนจะเป็นตัวถ่ายทอดพันธุกรรม เนื่องจากเป็นตัวควบคุมลักษณะและลักษณะการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของพ่อแม่ไปสู่รุ่นหลาน ควบคุมปฏิกิริยาทางชีวเคมีโดยการควบคุมการสังเคราะห์เอนไซม์ กำหนดโครงสร้างของโปรตีนภายในเซลล์พืชซึ่งความรู้เกี่ยวกับการถ่ายทอดทางพันธุกรรมนี้สามารถนำมาใช้ปรับปรุงพันธ์พืชได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามการควบคุมของยีนอาจเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อม ดังนั้นทั้งยีนและสภาพแวดล้อมจึงมีผลต่อพันธุกรรมของพืช (ดิเรก, 2548)

2. ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม

2.1 ธาตุอาหาร เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำแบ่งออกเป็นสองประเภทคือ ธาตุอาหารหลัก ซึ่งพรรณไม้น้ำต้องการปริมาณมากในการเจริญเติบโตได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โปแตสเซียม (K) แมกนีเซียม (Mg) กัมมะถัน (S) และแคลซียม (Ca) ธาตุอาหารหลักที่สำคัญคือ ไนโตรเจน เป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเร่งให้ใบ ลำต้น เจริญเติบโตได้ดี ส่วนธาตุอาหารรองพรรณไม้น้ำต้องการในปริมาณน้อยและขาดธาตุอาหารเหล่านี้ไม่ได้ ได้แก่ คลอลีน (Cl) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) โมลิบดินัม (Mo) และโบรอน (B) ธาตุอาหารรองที่สำคัญคือ เหล็กซึ่งเป็นธาตุอาหารที่ช่วยให้ใบมีสีเขียวแต่ถ้ามีการให้สารอาหารเหล่านี้มากเกินไปจะเป็นอันตรายต่อพรรณไม้น้ำได้ (นงนุช, 2549) นับได้ว่าธาตุอาหารพืชเป็นหัวใจของการปลูกเพราะถ้าพืชไม่ได้รับธาตุอาหาร ก็จะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการคิดค้นสูตรอาหารสำหรับการปลูกพืชแบบไร้ดินมากมายหลายสูตร แต่การเลือกใช้สูตรใดนอกจากขึ้นอยู่กับฤดู แสง อุณหภูมิ สถานที่ปลูก ยังขึ้นอยู่กับชนิดของพืชอีกด้วย จากการทดลองของนงนุชและคณะ (2552) เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอนูเบียสนานาในระบบปลูกแบบ DFT ด้วยสูตรสารละลายธาตุอาหาร 4 สุตร คือ สูตร Netherlands (1:0.50:1.82) สูตร Australia (1:0.41:0.85) สูตร KMITL2 (1:0.50:1.47) และสูตร Belgium (1:0.55:2.01) พบว่าพรรณไม้น้ำอนูเบียสนานาที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตร สูตร KMITL2 มีการเจริญเติบโตดีที่สุด

2.2 ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity;EC) เป็นการบอกค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายซึ่งแสดงถึงปริมาณความเข้มข้นสูงคือมีธาตุต่างๆ ละลายอยู่มาก ค่า EC ที่ใช้ในการปลูกพืชแบบไร้ดินจะมีความแตกต่างกันมากในแต่ละพื้นที่ โดยทั่วไปค่า EC ที่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชพรรณไม้น้ำมีค่าเท่ากับ 0.5-1.5 มิลลิซีเมนต่อเซนติเมตร ขึ้นอยู่กับชนิดพืช (นงนุช, 2549) การทดลองของยุทธนา (2547) พบว่า ค่า EC 1.0 มิลลิซีเมนต่อเซนติเมตร ทำให้ต้นใบพายเขาใหญ่มีการเจริญเติบโตดีที่สุด นอกจากนี้ 1.0 มิลลิซีเมนต่อเซนติเมตรเหมาะสำหรับต้นรากดำใบยาว มณีรัตน์และนงนุช (2549) และต้นไส้ปลาไหล 0.75 มิลลิซีเมนต่อมิลลิเมตร (สุรสิทธิ์, 2552)

2.3 ค่า pH เป็นค่าบอกความเป็นกรดเป็นด่างของสารละลายธาตุอาหาร มีผลทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตเพราะเกี่ยวข้องกับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช จะควบคุมให้อยู่ในช่วง 5.5-6.5 เป็นช่วงที่ธาตุอาหารในสารละลายอยู่ในรูปพืชที่พืชใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด สำหรับการปลูกพืชแบบไร้ดิน (อิทธิสุนทร, 2545) ค่า pH ของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับปลูกพรรณไม้น้ำคือ 6.5-7.4 (วันเพ็ญ และกาญจนรี, 2543) พรรณไม้น้ำอเมซอนอัฟริกามีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด เมื่อได้รับสารละลายธาตุอาหารที่มีค่า pH อยู่ในช่วง 7.0–7.5 (มัลลิกา, 2550)

2.4 อุณหภูมิ มีผลต่ออัตราการเผาผลาญอาหารพืช (metabolism) ถ้าอุณหภูมิยิ่งสูงอัตราการเผาผลาญอาหารจะเร็วขึ้น อย่างไรก็ตามพรรณไม้น้ำแต่ละชนิดสามารถปรับตัวได้ในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอยู่ระหว่าง 25-29 องศาเซลเซียส (วันเพ็ญและกาญจนรี, 2543)

2.5 ความชื้น เป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโต หากรากไม่สามารถดูดน้ำได้ทันกับอัตราการคายน้ำของพืช จะทำให้การเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำหยุดชะงัก และทำให้พรรณไม้น้ำเหี่ยวเฉาได้ ปริมาณความชื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสมประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มความชื้นภายในระบบปลูกพรรณไม้น้ำ ทำโดยการพ่นน้ำทุกๆ 15-20 นาที ครั้งละ10-15 นาที (นงนุช, 2549)

2.6 แสง เป็นปัจจัยที่สำคัญมากในกระบวนการสังเคราะห์แสงพรรณไม้น้ำเพื่อสร้างอาหารของพรรณไม้น้ำเป็นอย่างมาก (สุชาดา, 2530) นอกจากนี้ปริมาณความเข้มของแสงยังมีผลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ถ้าแหล่งน้ำนั้นได้รับแสงสว่างอย่างเพียงพอ พรรณไม้น้ำจะใช้ออกซิเจนที่เกิดที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงอย่างเพียงพอเช่นกัน ส่วนใหญ่พรรณไม้น้ำต้องการความเข้มแสงประมาณ 3,000–7,500 ลักซ์ ซึ่งเป็นช่วงความเข้มแสงค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับผัก (นงนุช , 2549) สำหรับพรรณไม้น้ำที่เลี้ยงไว้ในตู้แต่ละชนิดต้องการปริมาณหรือความเข้มของแสงที่แตกต่างกันไป เช่น พรรณไม้น้ำกลุ่มมอส และพืชชายน้ำ เช่น โลบิเลีย เจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่ระดับความเข้มแสง 2,000 ลักซ์ ส่วนพืชใต้น้ำ เช่น สาหร่ายคาบอมบา เจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ (มณีรัตน์และคณะ, 2548)

2.7 วัสดุปลูก หน้าที่ของวัสดุปลูกคือ เป็นที่อยู่ของรากพรรณไม้น้ำ วัสดุปลูกต้องมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดี เช่น ไม่ทรุดตัวง่าย อุ้มน้ำได้ดี และไม่เป็นแหล่งสะสมโรค สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ วัสดุปลูกที่เหมาะสมของพรรณไม้น้ำ ได้แก่ ทรายหยาบ รองลงมาคือใยหิน (rock wool) เพอร์ไลท์ และฟองน้ำตามลำดับ (นงนุช , 2549) จากการทดลองของมณีรัตน์และคณะ (2540) ปลูกต้นดาวกระจายด้วยวัสดุต่างๆ ได้แก่ ทรายหยาบขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร กรวดเล็กนาด 1-2 มิลลิเมตร กรวดใหญ่ขนาด 3-5 มิลลิเมตร และปะการังขนาด 1-2 มิลลิเมตรพบว่าต้นดาวกระจายมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดเมื่อปลูกในกรวดขนาด 1-2 มิลลิเมตร

การควบคุม pH และEC ของสารละลายธาตุอาหารพืช

ดิเรก (2548) กล่าวว่า การรักษาหรือควบคุม pH และ EC ของสารละลายธาตุอาหารพืช เพื่อให้พืชสามารถดูดใช้ปุ๋ยหรือสารละลายธาตุอาหารพืชได้ดี

การควบคุม pH ของสารละลายธาตุอาหารพืช

ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชแต่ละธาตุอาหาร (ปุ๋ย) ที่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารจะเป็นประโยชน์ต่อการที่รากพืชจะดูดนำไปใช้ได้นั้นขึ้นอยู่กับค่าของ pH ที่แตกต่างกันไป ดังนั้นค่าของ pH สารละลายจะเป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงความสามารถของรากที่จะดูดธาตุอาหารต่างๆ ที่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืชได้ pH จึงสำคัญต่อการปลูกมาก

การรักษาหรือควบคุมค่าของ pH พืชแต่ละชนิดต้องการ pH ที่แตกต่างกันไป แต่ pH ที่ 4.0 จะเป็นค่าต่ำสุดและสูงสุดที่ 7.0 เพราะ pH ที่สูงกว่านี้เพียงสองถึงสามวัน พืชจะดูดธาตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แมงกานีส เหล็ก และฟอสฟอรัสไปใช้ได้อย่างลำบาก การปรับเพื่อลดหรือเพิ่มค่าของ pH นั้น สามารถทำได้โดยเติมสารลงไปในสารละลายธาตุอาหารพืช

การปรับเพื่อเพิ่มค่าของ pH

การปรับค่าของ pH ให้สูงขึ้นทำได้โดยการเติมสารใดสารหนึ่งต่อไปนี้ ลงไปในสารละลายธาตุอาหารพืช เช่น Potassium hydroxide (KOH) หรือ Sodium hydroxide (NaOH) หรือ Sodium bicarbonate หรือ Bicarbonate of soda ($NaHCO_3$)

การปรับเพื่อลดค่าของ pH

การปรับเพื่อลดค่าของ pH โดยการเติมสารใดสารหนึ่งต่อไปนี้ลงไปในสารละลายธาตุอาหารพืช เช่น Sunfuric acid (H_2HO_4) หรือ Nitric acid (HNO_3) หรือ (Hydrochloric acid) (HCL) หรือ Acetic acid (CH_3COOH)

สำหรับการปรับค่า pH ที่สูงขึ้นในระยะที่พืชเจริญเติบโตที่มีการปรับให้ลดลงโดยใช้แอมโมเนีย (NH_4^+) ซึ่งแคตไอออนเพื่อให้รากพืชใช้แล้วปลดปล่อย H^+ ออกมาแล้วมีผลทำให้ pH ของสารละลายลดลงตามหลักการที่กล่าวมามีข้อพึงระวังว่าปริมาณของแอมโมเนีย (NH_4^+) ไม่ควรมากเกิน 15% ของปริมาณไนเตรท (NO_3^-) เพราะถ้ามีในปริมาณมากอาจจะเป็นอันตรายต่อพืชได้

การควบคุมค่าการนำไฟฟ้า หรือค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารพืช

เนื่องจากปุ๋ยที่ละลายอยู่ในน้ำมีค่าอิออน (ion) ที่สามารถใช้กระแสไฟฟ้า โดยใช้ Electrical Meter ที่มีหน่วยวัดเป็นโมท์ (Mho)หรือซีเมน (Siemen) ซึ่งค่านี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของปุ๋ย ความเข้มข้นของสารละลายที่มีอยู่ในสารอาหารและอุณหภูมิ แต่ค่าการนำกระแสไฟฟ้าในสารอาหารนี้ค่อนข้างน้อยมาก จึงมีการวัดเป็นค่าที่มีหน่ายเป็นมิลลิโมท์เซนติเมตร อันเป็นค่าที่ได้จากการวัดการนำกระแสไฟฟ้าจากพื้นที่หนึ่งคิวบิกเซนติเมตรของสารอาหาร

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้า มีหลายอย่างเช่น ชนิดของพืช ระยะการเจริญเติบโต ความเข้มข้นของแสง และถังที่บรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์

1.1 ต้นอนูเบียส บอร์ดลีฟ *(Anubias barteri* var *Broadleaf*) จำนวน 72 ต้น

1.2 ต้นอนูเบียส บาเทอรี (*Anubias barteri* var *Barteri*) จำนวน 72 ต้น

1.3 ถังใสธาตุอาหาร จำนวน 6 ถัง

1.4 ระบบปลูกแบบ deep flow technique (DFT) จำนวน 12 ราง

1.5 สารละลายธาตุอาหาร สูตร KMITL2

1.6 เครื่องปั๊มน้ำ 6 เครื่อง , สายยาง

1.7 อุปกรณ์อื่นๆที่ใช้ในการวัด ได้แก่ เวอร์เนียคาลิเปอร์ เครื่องวัดค่า pH เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า SPAD Meter

2. ขั้นตอนการเตรียม

2.1 ทำการจัดเตรียมระบบการปลูกพืชไร้ดิน คือระบบปลูกแบบ Deep Flow Technique (DFT) ซึ่งมีรางปลูก ทั้งหมด 12 ราง แบ่งเป็นโรงเรือนละ 6 ราง และแต่ละรางปลูกมีช่องสำหรับปลูก 12 ช่อง

2.2 จัดเตรียมสารละลายธาตุอาหารสำหรับพรรณไม้น้ำ

2.3 พรรณไม้น้ำ 2 ชนิด คือต้นอนูเบียสบาเทอรี จำนวน 72 ต้น และต้นอนูเบียสบอร์ดลีฟ จำนวน 72 ต้น พันด้วยใยหิน และปลูกในถ้วยปลูก นำไปพักในถังอนุบาลประมาณ 2 อาทิตย์

3. ขั้นตอนดำเนินการ

3.1 ปลูกพรรณไม้น้ำอนูเบียสใส่อยู่ในรางที่จัดเตรียมไว้โดยสลับกันระหว่างอนูเบียสบาเทอรีและอนูเบียส บอร์ดลีฟ โดยรางหนึ่งจะใส่จำนวน 12 ต้น จำนวน 12 รางและจะแยกไว้ระบบละ 6 ราง โดยวิธีการเลือกสุ่ม

3.2 ผสมสารละลายธาตุอาหารที่เตรียมไว้ลงในถังที่มีน้ำอยู่ปริมาณ 10 ลิตร และจะต้องปรับให้มีค่าการนำไฟฟ้า 0.6 mS/cm

3.3 ต่อระบบน้ำเพื่อส่งสารละลายธาตุอาหารให้แก่ต้นอนูเบียส โดยใช้เครื่องปั๊มน้ำที่ต่อกับสายยางในการส่งน้ำและธาตุอาหาร จากถังธาตุอาหารที่เตรียมไว้โดยจะแบ่งถังธาตุอาหารไว้ระบบละ 3 ถัง โดยใช้กับรางปลูกถังละ 2 ราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. บันทึกข้อมูล

4.1 ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นไม้ทั้งสองชนิดของทั้งสองระบบ โดยการนำต้นอนูเบียสทั้งหมด มาวัดความยาวของใบ ความกว้างของใบ ความสูงของต้น เส้นผ่านศูนย์กลางของต้น จำนวนใบ และความเขียวของใบ ในช่วงสองเดือนแรกเก็บ 1 ครั้ง ต่อ 3 สัปดาห์ ตั้งแต่เดือนที่ 3 ถึงเดือนที่ 6 และต่อจากนั้นจะเก็บข้อมูล สัปดาห์เว้นสัปดาห์ ตั้งแต่เดือนที่ 3 ถึงเดือนที่ 6

4.2 วัดค่าการนำไฟฟ้า และค่าความเป็นกรดด่าง ในช่วงสองเดือนแรกเก็บ 1 ครั้ง ต่อ 3 สัปดาห์ และต่อจากนั้นจะเก็บข้อมูล สัปดาห์เว้นสัปดาห์ โดยค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 0.6 mS/cm

4.3 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทั้งภายใน และภายนอกโรงเรือน

5. สถานที่ทำการทดลอง

โรงเรือนพรรณไม้น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

6. ระยะเวลาในการศึกษา

ใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และจัดทำรายงาน เป็นเวลา 6 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 - มีนาคม พ ศ.2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

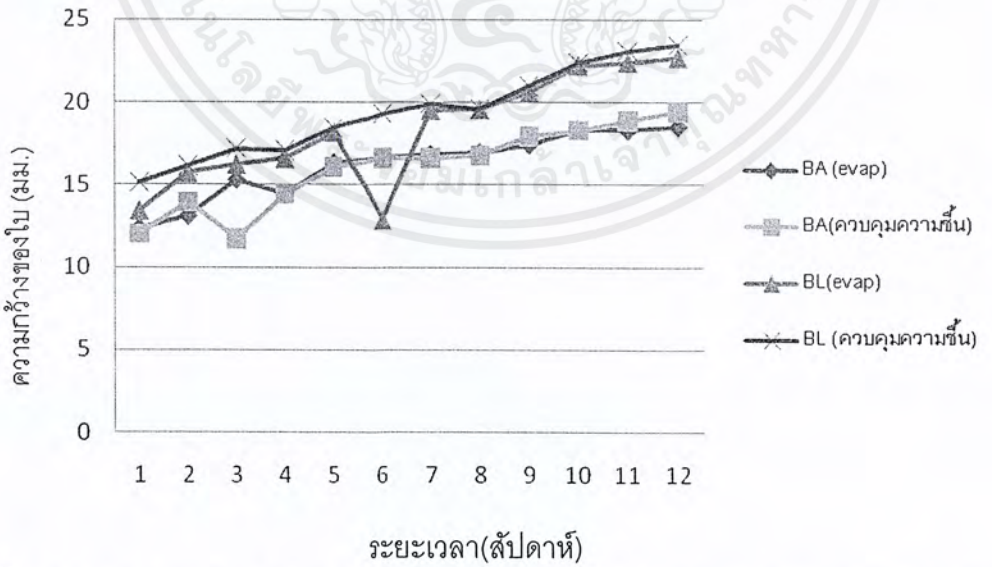
ผลการศึกษา

การศึกษาการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำในโรงเรือนแบบ Evaporative Cooling Greenhouse และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น กรณีศึกษา พรรณไม้น้ำอนูเบียสจำนวน 2 ชนิดคือ อนูเบียสบาเทอรีและบอร์ดลีฟ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ได้ผลการศึกษาดังนี้

1. การเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอนูเบียส

1.1 ความกว้างของใบ

การเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอนูเบียสที่ปลูกในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น พบว่า ความกว้างของใบอนูเบียสบาเทอรี ในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น มีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 12 อนูเบียสบาเทอรีในโรงเรือนแบบ Evap มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.46 มิลลิเมตร และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.41 มิลลิเมตร ซึ่งจากทั้งสองโรงเรือนจะมีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกัน แต่จากการวิเคราะห์ในทางสถิติทั้งสองโรงเรือนไม่มีความแตกต่างกันนัยสำคัญ ($P>0.05$) ความกว้างของใบอนูเบียสบอร์ดลีฟ ในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น มีอัตราค่าเฉลี่ยของความกว้างใบที่เพิ่มขึ้นตามลำดับทั้ง 12 สัปดาห์ โดยที่โรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้นไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P>0.05$) (ภาพที่ 13)

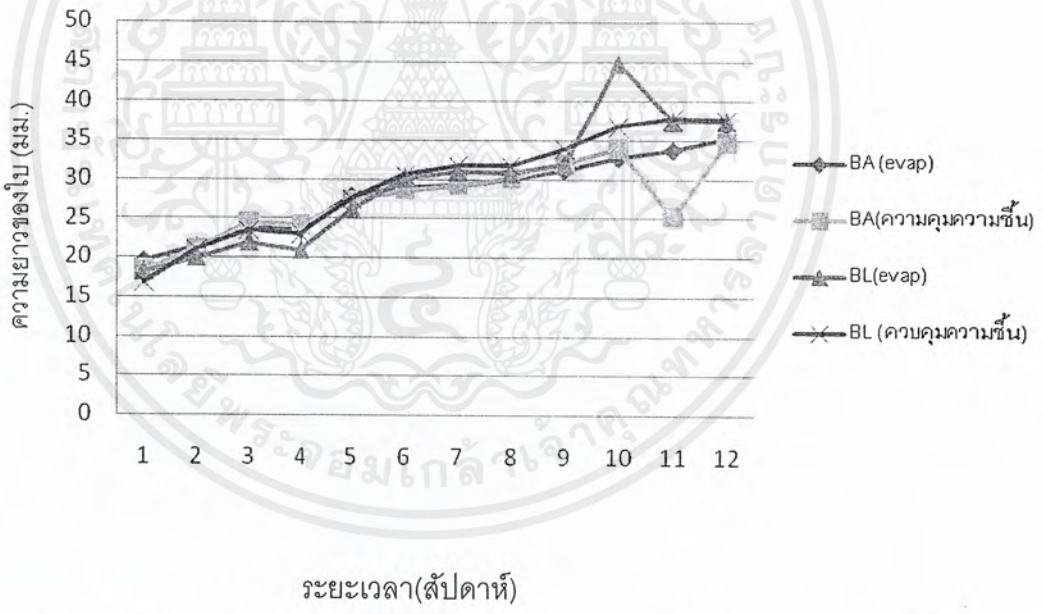


ภาพที่ 13 การเปรียบเทียบความกว้างของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ความยาวของใบ

การเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอนูเบียสที่ปลูกในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น พบว่า ความยาวของใบอนูเบียสบาเทอรี ในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบความคุมความชื้น มีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น เช่น ในสัปดาห์ที่ 2 อนูเบียสบาเทอรีในโรงเรือนแบบ Evap มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.28 มิลลิเมตร และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.00 มิลลิเมตร เมื่อนำมาวิเคราะห์ในทางสถิติ พบว่าทั้งสองโรงเรือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 ส่วนความยาวของใบอนูเบียสบอร์ดลีฟ ในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น ค่าเฉลี่ยของความยาวใบที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ ทั้ง 12 สัปดาห์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.5 และ 37.49 มิลลิเมตร ในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้นตามลำดับ และเมื่อนำค่าเฉลี่ยทั้งสองโรงเรือนมาเปรียบเทียบกันทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P>0.05$) (ภาพที่ 14)



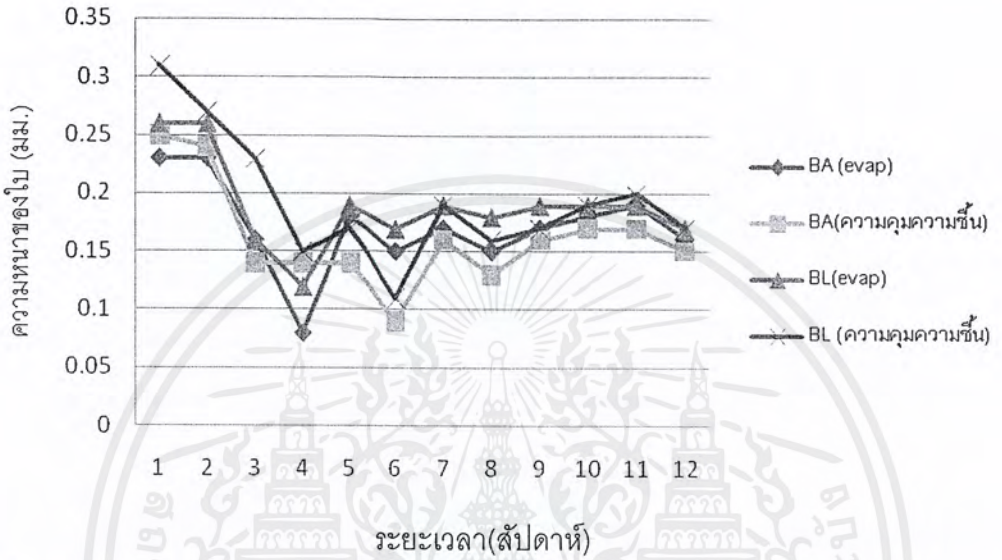
ภาพที่ 14 การเปรียบเทียบความยาวของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบความคุมความชื้น

1.3 ความหนาของใบ

การเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอนูเบียสที่ปลูกในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น พบว่า ความหนาของใบอนูเบียสบาเทอรี ในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบความคุมความชื้น มีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น แต่การการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรือนในสัปดาห์ที่ 2, 4, 6 และ 7 มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) ส่วนความหนาของใบอนูเบียสบอร์ดลีฟ ในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบความคุมความชื้น พบว่าในสัปดาห์ที่ 1 และ 4 มีความแตกต่างในทางสถิติ (P<0.05) (ภาพที่ 15)

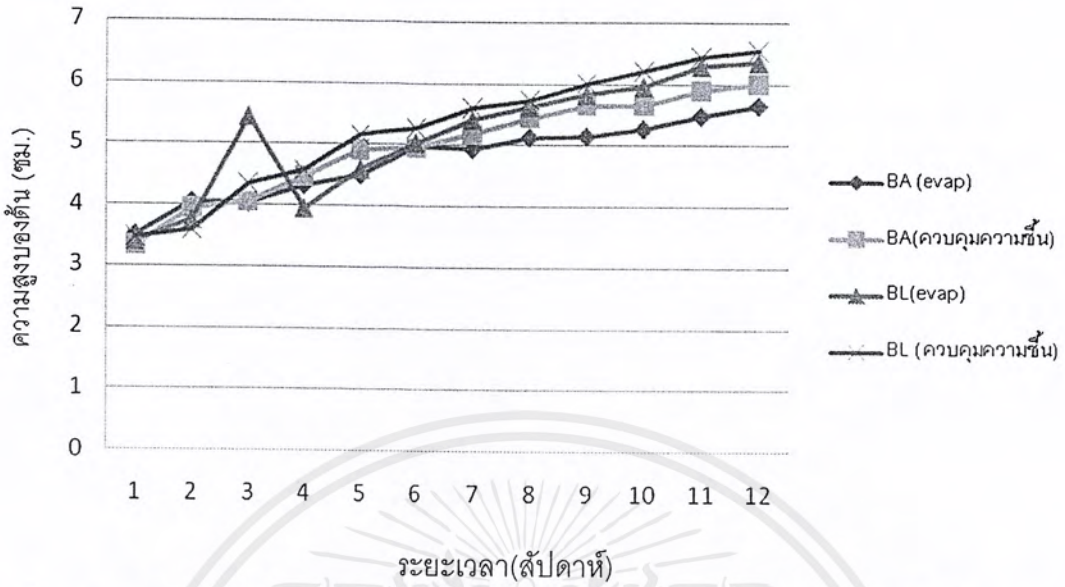


ภาพที่ 15 การเปรียบเทียบความหนาของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบความคุมความชื้น

1.4 ความสูงของต้น

การเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอนูเบียสที่ปลูกในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบความคุมความชื้น พบว่า ความสูงของอนูเบียสบาเทอรี ในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น ความสูงที่มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น ในสัปดาห์ที่ 12 อนูเบียสบาเทอรีในโรงเรือนแบบ Evap มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.64 เซนติเมตร และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.00 เซนติเมตร จากการวิเคราะห์ในทางสถิติทั้งสองโรงเรือนไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (P>0.05) ส่วนความสูงของ อนูเบียสบอร์ดลีฟ ในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น มีอัตราความสูงที่มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น ในสัปดาห์ที่ 12 อนูเบียสบาเทอรีในโรงเรือนแบบ Evap มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.35 เซนติเมตร และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.55 เซนติเมตร และจากการวิเคราะห์ในทางสถิติพบว่าทั้งสองโรงเรือนไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (P>0.05) (ภาพที่ 16)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

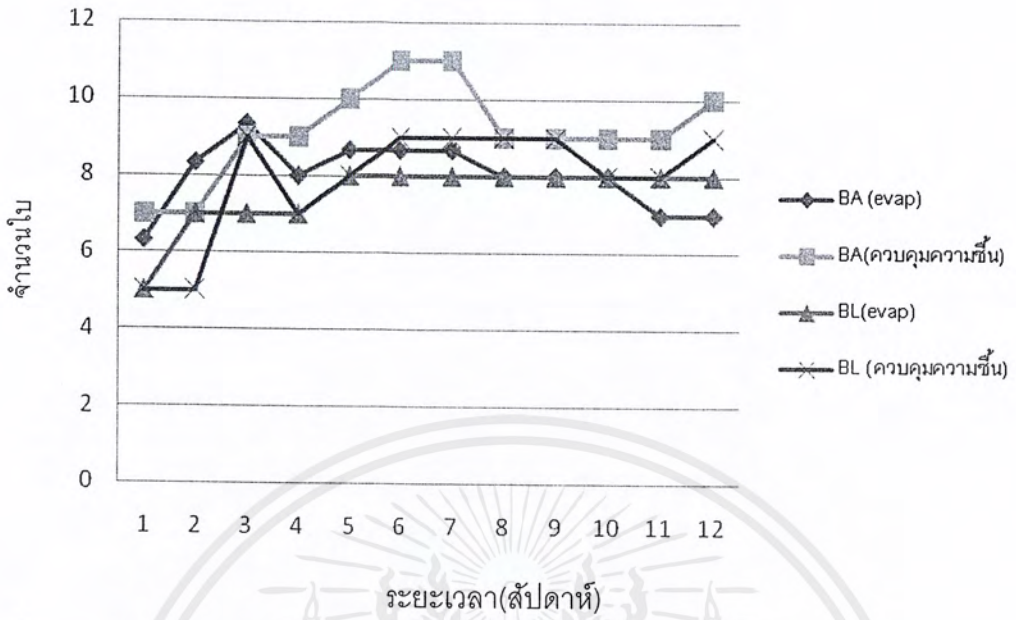


ภาพที่ 16 การเปรียบเทียบความสูงของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น

1.5 จำนวนใบ

การเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอนูเบียสที่ปลูกในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น พบว่า จำนวนใบของอนูเบียสบาเทอรี ในโรงรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น มีการเพิ่มขึ้นและลดลงของใบ เนื่องจากเกิดการหลุดล่วง เช่นในสัปดาห์ที่ 7 อนูเบียสบาเทอรีในโรงเรือนแบบ Evap มีจำนวน 9 ใบ แต่ในสัปดาห์ที่ 8 เหลือ 8 ใบ และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้นในสัปดาห์ที่ 7 มีจำนวน 11 ใบ แต่ในสัปดาห์ที่ 8 เหลือ 9 ใบ และจากการวิเคราะห์ในทางสถิติพบว่าทั้งสองโรงเรือนไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนจำนวนใบของอนูเบียสบอร์ดลีฟ ในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น พบว่ามีการเพิ่มขึ้นและลดลงของจำนวนใบ เนื่องจากการหลุดล่วง เช่นเดียวกับอนูเบียสบาเทอรี เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในสัปดาห์ที่ที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 9 (ภาพที่ 17)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

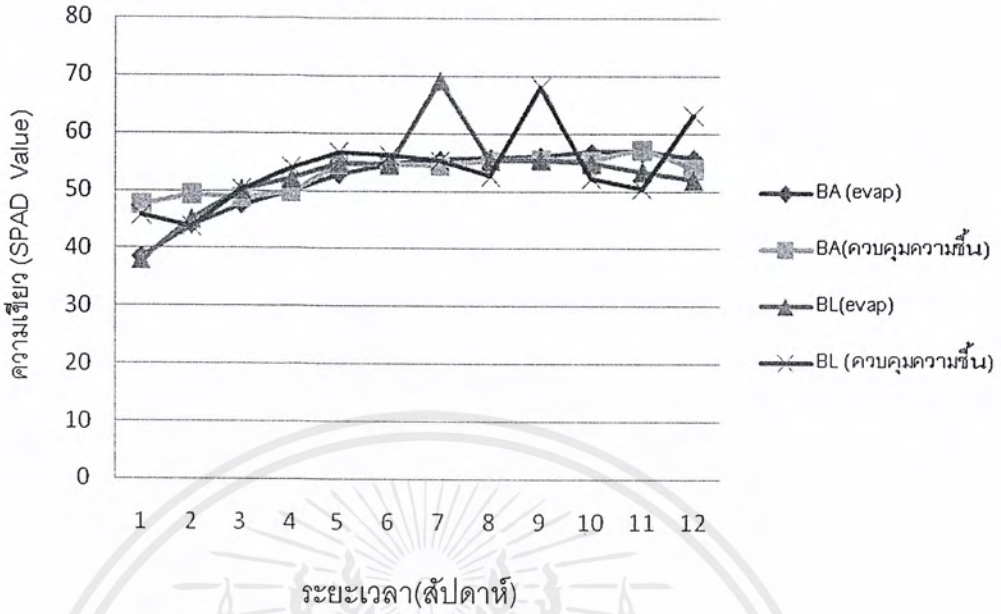


ภาพที่ 17 การเปรียบเทียบจำนวนใบของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น

1.6 ค่าความเขียวของใบ

พรรณไม้น้ำอนูเบียสที่ปลูกในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น พบว่า ความเขียวของอนูเบียสบาเทอรี ในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น มีความเขียวเพิ่มขึ้น จากสัปดาห์ที่ 1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.45 เป็น 55.72 (SPAD Value) ในสัปดาห์ที่ 12 ของอนูเบียสบาเทอรีในโรงเรือนแบบ Evap และ 47.53 เป็น 53.88 (SPAD Value) ในโรงเรือนควบคุมความชื้น เมื่อนำค่าเฉลี่ยทั้งสองโรงเรือนมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และอนูเบียสบอร์ลีฟ จากสัปดาห์ที่ 1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.94 เป็น 51.87 (SPAD Value) ในสัปดาห์ที่ 12 ในโรงเรือน Evap และ 45.68 เป็น 63.05 (SPAD Value) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันในสัปดาห์ที่ 11 ($P<0.05$)(ภาพที่ 18)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

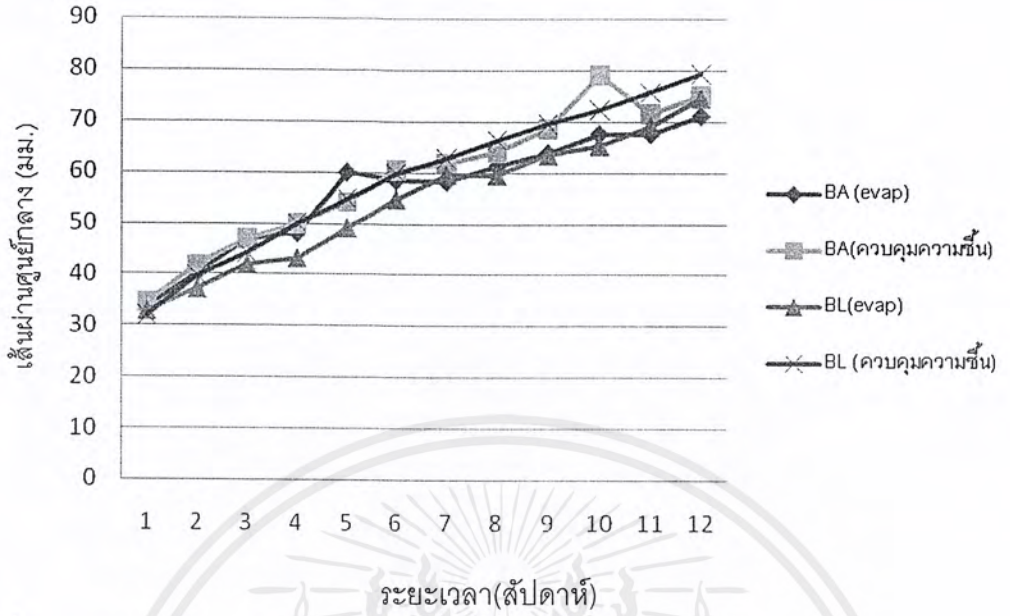


ภาพที่18 การเปรียบเทียบความเขียวของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น

1.7 เส้นผ่านศูนย์กลางของต้น

พรรณไม้น้ำอนูเบียสที่ปลูกในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น พบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางของต้นอนูเบียสบาเทอรี ในโรงรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น มีการเจริญเติบโตของต้นที่วัดเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้นโดยพบว่าในสัปดาห์ที่ 7 อนูเบียสบาเทอรีที่ปลูกในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้นมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.26 และ 61.92 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางของใบอนูเบียสบอร์ดลีฟ ในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้นมีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางที่เพิ่มขึ้นตามลำดับทั้ง 12 สัปดาห์ โดยที่โรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P>0.05$) (ภาพที่ 19)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 19 การเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางของอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบความคุมความชื้น

2. สภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน

การศึกษาสภาพแวดล้อมของโรงเรือนจะทำการเก็บข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิทั้งภายในและภายนอกโรงเรือนเป็นระยะเวลา 31 สัปดาห์ โดยจะทำการปลูกพรรณไม้น้ำอนูเบียสในสัปดาห์ที่ 20 ถึงสัปดาห์ที่ 31

2.1 ความชื้นสัมพัทธ์

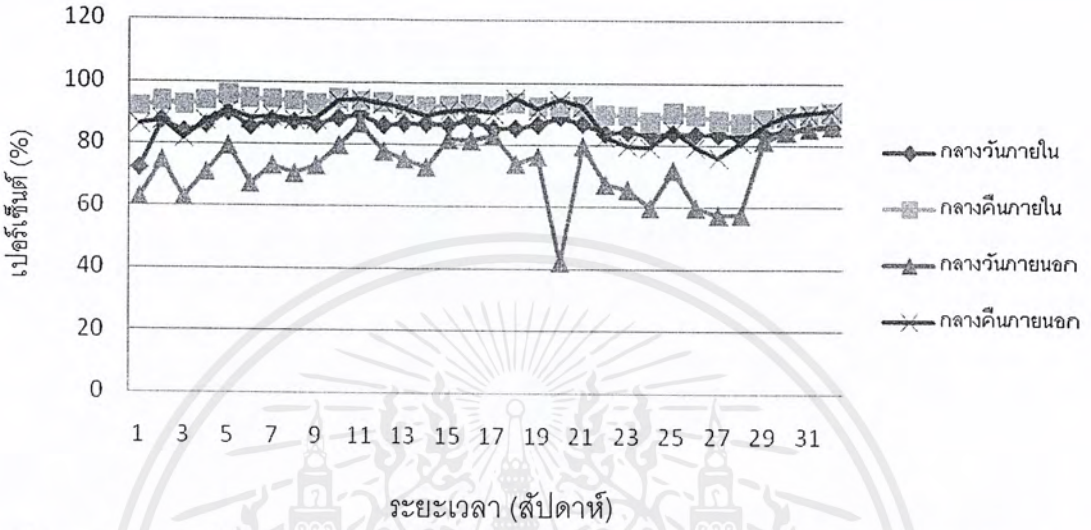
2.1.1 โรงเรือนแบบ Evap

จากการเก็บข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนโดยเฉลี่ยแต่ละสัปดาห์พบว่าในตอนกลางวันมีค่าความชื้นเฉลี่ยสูงสุดในสัปดาห์ที่ 5 คือ 90.15 % ส่วนในตอนกลางคืนมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงที่สุดในสัปดาห์ที่ 5 เช่นเดียวกัน คือ 95.84 % และเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโรงเรือน โดยเฉลี่ยของแต่ละสัปดาห์ พบว่าในตอนกลางวันมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุดอยู่ในสัปดาห์ที่ 11 คือ 86.61 % และในตอนกลางคืนมีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยสูงสุดในสัปดาห์ที่ 18 คือ 94.74%

จากข้อมูลความชื้นภายในโรงเรือนและความชื้นภายนอกโรงเรือนในตอนกลางวันโดยเฉลี่ยพบว่า ความชื้นภายในโรงเรือนมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่สูงกว่าความชื้นภายนอก และการควบคุมความชื้นสามารถควบคุมได้ดีกว่า และในตอนกลางคืนพบว่าความชื้นภายในมีเปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นที่สูงกว่าภายนอกและยังสามารถควบคุมความชื้นได้ดีกว่าภายนอกเช่นเดียวกัน ดังภาพที่ 20



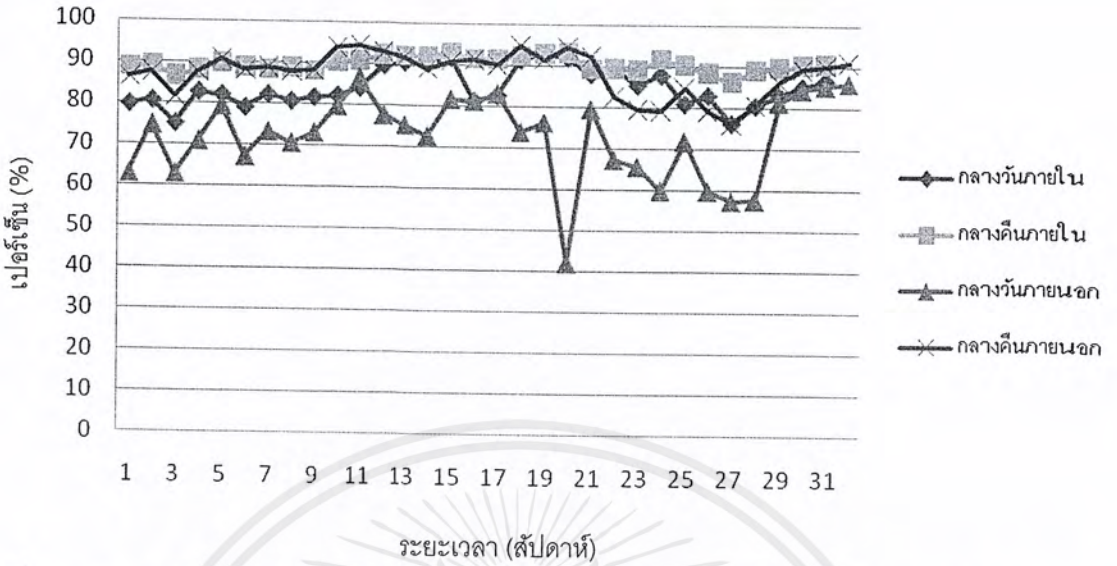
ภาพที่ 20 ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกโรงเรือนในช่วงกลางวันและกลางคืนของโรงเรือนแบบ Evap

2.1.2 โรงเรือนแบบควบคุมความชื้น

เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนโดยเฉลี่ยแต่ละสัปดาห์พบว่า เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยสูงสุดในตอนกลางวันอยู่ในสัปดาห์ที่ 19 คือ 92.99% และในตอนกลางคืนสูงสุดสัปดาห์ที่ 20 คือ 93.18 % สำหรับเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโรงเรือนโดยเฉลี่ยของแต่ละสัปดาห์ พบว่าในตอนกลางวันมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุดอยู่ในสัปดาห์ที่ 11 คือ 86.61 % และในตอนกลางคืนมีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยสูงสุดในสัปดาห์ที่ 18 คือ 94.74%

จากข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน พบว่าในตอนกลางวันความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่สูงกว่าภายนอกและยังสามารถควบคุมความชื้นได้ดีกว่า และในตอนกลางคืนเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกจะสูงกว่าภายในซึ่งสามารถควบคุมความชื้นได้ดีกว่า (ภาพที่ 21)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 21 ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนในช่วงกลางวันและกลางคืนของโรงเรือนแบบความคุมความชื้น

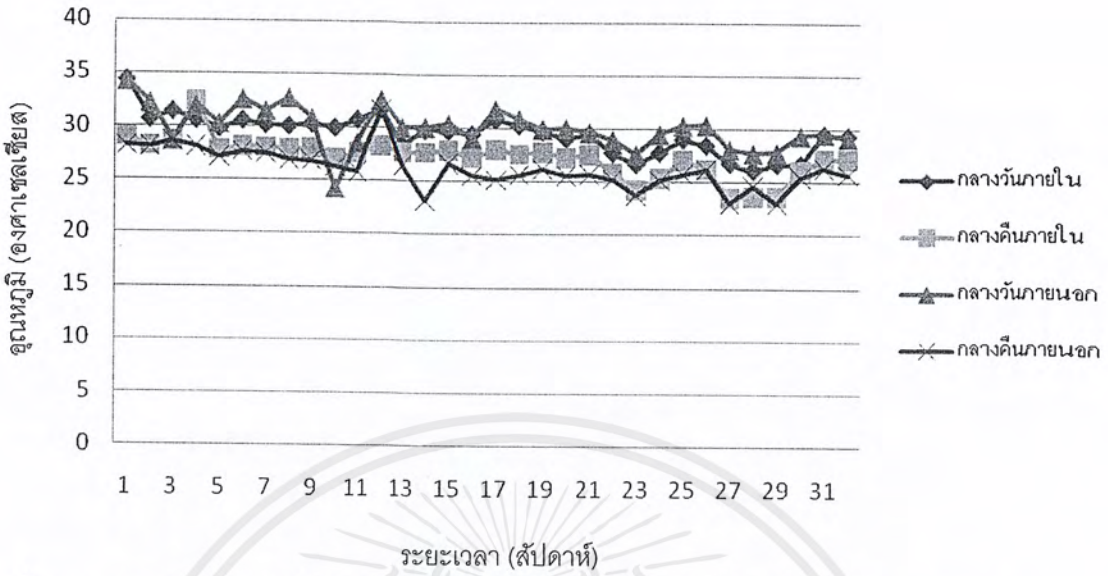
2.2 **อุณหภูมิ**

2.2.1 **โรงเรือนแบบ** Evap

จากอุณหภูมิในตอนกลางวันพบว่า อุณหภูมิภายนอกโรงเรือนโดยเฉลี่ยในตอนกลางวันพบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดในสัปดาห์ที่ 1 ที่ 34.2 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 10 ที่ 24.2 องศาเซลเซียส ในตอนกลางคืนอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนโดยเฉลี่ยสูงสุดในสัปดาห์ที่ 12 ที่ 31.6 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 27 คือ 22.9 องศาเซลเซียส สำหรับอุณหภูมิภายในโรงเรือนตอนกลางวันโดยเฉลี่ยสูงสุดในสัปดาห์ที่ 1 ที่ 34.3 องศาเซลเซียสและมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 28 ที่ 26.1 และในตอนกลางคืน อุณหภูมิภายในโรงเรือนโดยเฉลี่ยสูงสุดในสัปดาห์ที่ 4 ที่ 32.3 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 27 คือ 23.4 องศาเซลเซียส

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิทั้งด้านในและนอกโรงเรือนพบว่าในตอนกลางวันอุณหภูมิภายในจะมีการควบคุมได้ดีกว่าภายนอกและในตอนกลางคืนอุณหภูมิภายในโรงเรือนจะมีการควบคุมอุณหภูมิได้ดีกว่าด้านนอกเช่นเดียวกัน (ภาพที่ 22)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



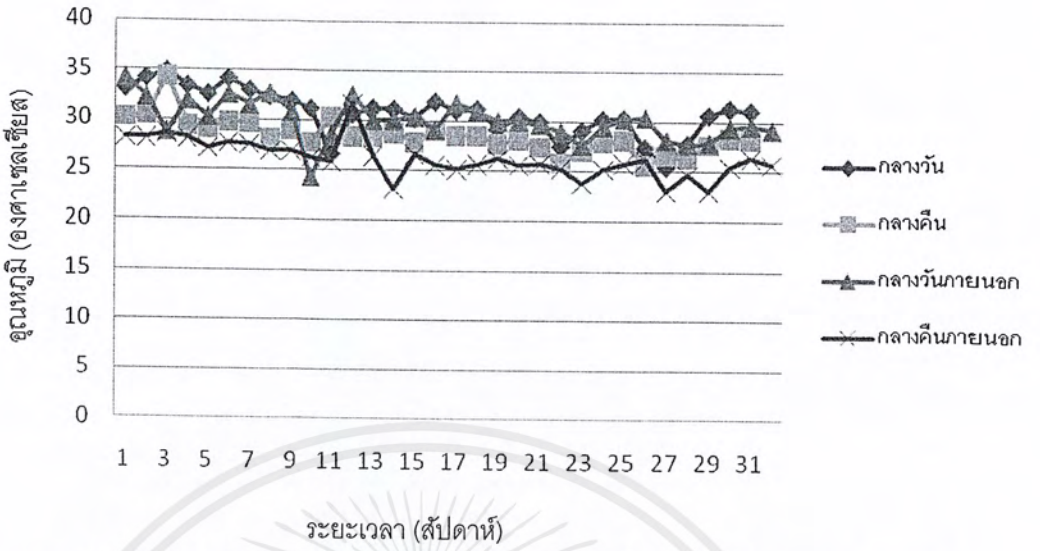
ภาพที่ 22 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในโรงเรือนในช่วงกลางวันและกลางคืนของโรงเรือนแบบ Evap

2.2.2 โรงเรือนแบบควบคุมความชื้น

จากภาพที่ 23 พบว่า อุณหภูมิภายในโรงเรือนโดยเฉลี่ยสูงสุดตอนกลางวันอยู่ในสัปดาห์ที่ 3 คือ 34.8 องศาเซลเซียส และต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 27 คือ 25.5 องศาเซลเซียส และในตอนกลางคืนอุณหภูมิสูงสุดในสัปดาห์ที่ 3 คือ 34.3 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 26 คือ 25 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายนอกโรงเรือนโดยเฉลี่ยในตอนกลางวันพบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดในสัปดาห์ที่ 1 ที่ 34.2 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 10 ที่ 24.2 องศาเซลเซียส ในตอนกลางคืนอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนโดยเฉลี่ยสูงสุดในสัปดาห์ที่ 12 ที่ 31.6 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 27 คือ 22.9 องศาเซลเซียส

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิทั้งด้านในและนอกโรงเรือนพบว่าในตอนกลางวันอุณหภูมิภายในจะมีการควบคุมได้ดีกว่าภายนอกและสำหรับในตอนกลางคืนอุณหภูมิภายในโรงเรือนก็มีการควบคุมอุณหภูมิได้ดีกว่าด้านนอกเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 23 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในโรงเรือนในช่วงกลางวันและกลางคืนของโรงเรือนแบบความคุมความชื้น

3. ค่า EC และ pH

จากการเก็บข้อมูลค่า EC ของทั้งสองโรงเรือน พบว่า ในโรงเรือน Evap ในครั้งที่ 3 ถึงครั้งที่ 5 ค่า EC มีการเพิ่มขึ้น เป็น 0.7 mS/cm และในครั้งที่ 6 ถังที่ 3 ครั้งที่ 7 ถังที่ 1, 2 และ ครั้งที่ 9 ถังที่ 1 ค่า EC ลดลง เป็น 0.5 mS/cm ในขณะที่ค่า EC ของโรงเรือนควบคุมความชื้นแบบพ่นน้ำในครั้งที่ 4 ถังที่ 1, 2 ครั้งที่ 5 ทั้งสามถัง ครั้งที่ 7 ถังที่ 2, 3 ครั้งที่ 8 ถังที่ 1 ครั้งที่ 9 ถังที่ 2 และครั้งที่ 10 ถังที่ 1, 3 ค่า EC มีการเพิ่มขึ้นเป็น 0.7 mS/cm ในขณะที่ pH หรือความเป็นกรด-ด่าง ของโรงเรือน Evap อยู่ระหว่าง 6.65-8.7 และโรงเรือนควบคุมความชื้นแบบพ่นน้ำอยู่ระหว่าง 6.98-8.48 (ตารางที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดง ค่า EC และ pH ของโรงเรือน

ครั้งที่ (ว/ด/ป)	ถังที่	โรงเรือนแบบ EVAP		โรงเรือนแบบควบคุมความชื้น	
		EC	pH	EC	pH
1 (8/11/53)	1	0.6	6.84	0.6	7.13
	2	0.6	7.02	0.6	7.02
	3	0.6	7.9	0.6	6.98
2 (22/11/53)	1	0.6	7	0.6	7.27
	2	0.6	7.39	0.6	7.29
	3	0.6	7.45	0.6	7.36
3 (7/12/53)	1	0.7	7.18	0.6	7.21
	2	0.6	7.08	0.6	7.3
	3	0.7	7.97	0.6	7.36
4 (23/12/53)	1	0.7	7.59	0.7	7.48
	2	0.7	7.63	0.7	7.43
	3	0.7	7.64	0.6	7.43
5 (6/1/54)	1	0.7	6.65	0.7	7
	2	0.7	6.76	0.7	7.02
	3	0.6	7.05	0.7	7.04
6 (17/1/54)	1	0.6	7.78	0.6	7.71
	2	0.6	7.77	0.6	7.68
	3	0.5	7.82	0.6	7.74
7 (31/1/54)	1	0.5	7.2	0.6	7.11
	2	0.5	7.04	0.7	7.3
	3	0.6	6.59	0.7	7.5
8 (14/2/54)	1	0.6	7.63	0.7	7.61
	2	0.6	7.2	0.6	7.66
	3	0.6	7.5	0.6	7.71
9 (3/3/54)	1	0.5	7.7	0.6	7.78
	2	0.6	7.63	0.7	7.71
	3	0.6	7.66	0.6	7.74
10 (22/3/54)	1	0.6	8.57	0.7	8.48
	2	0.6	8.6	0.6	7.43
	3	0.6	8.7	0.7	8.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาถึงการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ อนูเบียสบาเทอรีและอนูเบียสบอร์ดลีฟในโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้นเป็นเวลา 12 สัปดาห์พบว่า

1. อนูเบียสบาเทอรีมีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต คือ ความกว้างของใบ ความยาวของใบ ความหนาของใบ ความสูงของต้น จำนวนใบ ความเขียวของใบ และเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นได้ดีกว่าในโรงเรือนแบบความคุมความชื้นแต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$)

2. อนูเบียสบอร์ดลีฟมีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต คือ ความกว้างของใบ ความยาวของใบ ความหนาของใบ ความสูงของต้น จำนวนใบ ความเขียวของใบ และเส้นผ่านศูนย์กลางของต้น ได้ดีกว่าในโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$)

3. ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนแบบควบคุมความชื้นในตอนกลางวัน อยู่ที่ 85.53 เปอร์เซ็นต์ ตอนกลางคืน 91.84 เปอร์เซ็นต์และภายในโรงเรือนแบบ Evap ตอนกลางวันอยู่ที่ 84.44 เปอร์เซ็นต์ ตอนกลางคืน 90.00 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ของโรงเรือนแบบ Evap และโรงเรือนแบบควบคุมความชื้นไม่มีความแตกต่างกัน โดยปริมาณความชื้นที่เหมาะสมต่อพรรณไม้น้ำจะอยู่ที่ 80-90 เปอร์เซ็นต์ (นงนุช, 2549) จะเห็นได้ว่าโรงเรือนทั้งสองแบบมีค่าความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอนูเบียส

4. อุณหภูมิซึ่งมีผลต่อการเผาผลาญอาหารเพื่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำภายในโรงเรือนควบคุมความชื้นโดยมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิตอนกลางวัน อยู่ที่ 30.8 องศาเซลเซียส ตอนกลางคืน 28.5 องศาเซลเซียส และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิภายในโรงเรือนแบบ Evap ในตอนกลางวัน 29.4 องศาเซลเซียส ตอนกลางคืนอยู่ที่ 27.1 องศาเซลเซียส โดยทั้งสองโรงเรือนมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกัน แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอยู่ระหว่าง 25-29 องศาเซลเซียส (วันเพ็ญ และกาญจนรี, 2543) จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิในช่วงกลางวันของทั้งสองโรงเรือนมากกว่าช่วงที่เหมาะสมอยู่เล็กน้อย

5. ค่า EC ที่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำในโรงเรือนแบบ Evap มีค่า EC เฉลี่ยอยู่ที่ 0.6 mS/cm และในโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น มีค่า EC เฉลี่ยอยู่ที่ 0.6 mS/cm ทั้งสองโรงเรือนมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วค่า EC ที่เหมาะ สมสำหรับปลูกพรรณไม้น้ำมีค่าเท่ากับ 0.5-1.5 mS/cm ขึ้นอยู่กับชนิดพืช (นงนุช, 2549) จะเห็นได้ว่าค่า EC ของทั้งสองโรงเรือนมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ค่า pH ของสารละลายอาหารในโรงเรือนแบบ Evap มีค่า pH เฉลี่ยอยู่ที่ช่วง 7.4 และในโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น มีค่า pH เฉลี่ยอยู่ที่ช่วง 7.2 โดยที่ค่า pH ในสารละลายอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำจะอยู่ในช่วง 6.5-7.4 (วันเพ็ญ และกาญจนรี, 2543) ซึ่งจะเห็นว่าค่า pH ของทั้งสองโรงเรือนอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กาญจนรี พงษ์ฉวี และ ณฐกร ประดิษฐ์สรรพ์. 2547. **ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออนูเบียส** เอกสารวิชาการฉบับที่ 13/2547 สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงาม และพรรณไม้น้ำเกษตรกลาง, กรมประมง. กรุงเทพฯ.

ดิเรก ทองอร่าม. 2548. **การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน**. นนทบุรี.

ทิพาภรณ์ เต็มพร้อม. 2550. **ผลของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส**. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สาขาวิทยาศาสตร์การประมง. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2549. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำและระบบปลูกพรรณไม้น้ำ**. เอกสารประกอบการฝึกอบรมการเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำ. คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ, และ นงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2549. **การขยายพันธุ์รากดำใบยาว**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 20 /2549 กรมประมง. กรุงเทพฯ.

มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์, วรางคณา กาซัม, และ วิไลวรรณ เหมสิริ. 2548. **ผลของความเข้มของแสงและคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำในตู้**.การและชุม ทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 43.

มัลลิกา มิตรน้อย. 2550. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของอเมซอน แอฟริกา (*Echinodrous africanus* K. Ratag) ที่ปลูกในระบบการปลูกพืชไร้ดินแบบ** DEEP FOW TECHNIQUC. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ยุทธนา เกียรติธร. 2547. **ผลของสารละลายธาตุอาหารและระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบต่าง ๆที่มีผลต่อ การเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

รุจิเรศ แข็งขัน. 2548. **การทดสอบประสิทธิภาพของระบบ** Evaporative Cooling System **และระบบอุโมงค์ลมในการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนขนาดเล็ก**. ภาควิชาปฐพีวิทยา, สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรือนปลูกพืช. [ออนไลน์] . เข้าถึงได้จาก : http://agri.eu.ac.th/msomsak/Soilless/Chapter07/Greenhouse.html. (วันที่ค้นข้อมูล : 20 เมษายน 2554).

วรรณดา พิพัฒน์เจริญชัย. 2548. **การพัฒนาสูตรอาหารขยายโคลนอนูเบียส**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 46/2548 สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและพรรณไม้น้ำเกษตรกลาง, กรมประมง. กรุงเทพฯ.

วันเพ็ญ มีนกาญจน์. 2546. **การผลิตพรรณไม้น้ำเพื่อการส่งออก**. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

วันเพ็ญ มีนกาญจน์, และ กาญจนรี พงษ์ฉวี. 2543. **พรรณไม้สวยงาม**. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

วันวิสาข์ บุญเรือง. 2552. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียสนานาในระบบปลูกไร้ดินแบบ** Deep Flow Technique. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การประมง บัณฑิตวิยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร.

สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2530. **พรรณไม้น้ำ**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สุรสิทธิ์ หงส์เวียงจันทร์. 2552. **การหมุนเวียนน้ำและความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหล** . ปัญหาพิเศษสาขาวิทยาศาสตร์การประมง, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

อนูเบียสแคระ(*Anubias Nana*.). [ออนไลน์] . เข้าถึงได้จาก:http://th.discuscommunity.com/index.php?topic=262.0. (วันที่ค้นข้อมูล : 21 เมษายน 2554).

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2545. **การปลูกพืชในวัสดุปลูก**. เอกสารประกอบการฝึกอบรมการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินรุ่นที่ 4 คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

Anon. 2002. **The Aquarium Plant Handbook**. Oriental Aquarium (S) Pte Ltd. Singapore.184 p.

Rataj, K. and T.J, Horeman. 1977. **Aquarium Plant " their identification, cultivation and Ecology "**. T.F.H. Pub. Inc. Ltd. London. 448 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 ความกว้างของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evap

	สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BA	Rep. 1	12.9	13.39	15.43	14.17	15.96	16.3	16.29	16.1	16.29	18.02	17.18	17.15
	Rep. 2	12	13.09	15.72	14.52	16.74	17.26	17.4	17.48	17.93	18.72	18.82	18.74
	Rep. 3	12.06	12.78	14.66	14.67	16.18	16.32	16.73	17.11	17.94	18.15	18.81	19.5
	เฉลี่ย	12.32	13.09	15.27	14.45	16.29	16.63	16.81	16.90	17.39	18.30	18.27	18.46
BL	Rep. 1	13.83	15.31	16.3	16.13	18.27	18.8	19.1	19.17	19.86	21.98	20.67	22.69
	Rep. 2	14.35	15.64	15.96	16.66	18	19.7	19.64	19.59	21.08	22.38	23.67	22.59
	Rep. 3	12.06	16.18	16.37	16.88	18.26	0.06	19.77	19.88	20.81	22.35	22.84	22.79
	เฉลี่ย	13.41	15.71	16.21	16.56	18.18	12.85	19.50	19.55	20.58	22.24	22.39	22.69

ตารางผนวกที่ 2 ความกว้างของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น

	สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BA	Rep. 1	11.18	13.14	14.35	14.58	16.8	16.76	16.43	16.71	18.61	18.93	19.1	20
	Rep. 2	13.41	14.61	6.4	14.46	15.77	17.52	17.91	17.23	18.05	17.82	19.13	19.63
	Rep. 3	11.38	14.01	14.31	14.25	15.6	15.47	15.46	16.29	17.09	18.05	18.33	18.6
	เฉลี่ย	11.99	13.92	11.69	14.43	16.06	16.58	16.60	16.74	17.92	18.27	18.85	19.41
BL	Rep. 1	14.66	16.6	17.13	17.69	19.14	19.83	20.83	221.97	22.27	24.64	24.85	26.13
	Rep. 2	15.22	15.25	16.63	16.04	17.56	18.41	18.78	17.71	19.4	20.47	21.63	21.57
	Rep. 3	15.43	16.55	17.76	17.43	18.59	19.62	20.09	19.06	21.18	22.1	22.88	22.74
	เฉลี่ย	15.10	16.13	17.17	17.05	18.43	19.29	19.90	86.25	20.95	22.40	23.12	23.48

ตารางผนวกที่ 3 ความยาวของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evap

	สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BA	Rep. 1	20.01	21.59	23.41	23.62	27.96	28.54	28.39	30.32	30.71	31	33.33	34.17
	Rep. 2	19.8	21.63	23.95	23.46	28.15	29.55	30.4	30.66	30.72	34.09	33.93	35.86
	Rep. 3	18.88	20.62	24.13	23.34	27.4	29.09	29.09	29.07	32.02	33.1	33.93	35.76
	เฉลี่ย	19.56	21.28	23.83	23.47	27.84	29.06	29.29	30.02	31.15	32.73	33.73	35.26
BL	Rep. 1	17.56	19.21	21.26	20.32	25.8	29.03	30.08	31.27	31.56	36.9	36.34	37.61
	Rep. 2	17.28	19.72	20.95	20.06	25	29.76	31.35	29.55	32.88	63.43	37.37	37.52
	Rep. 3	19.64	21.04	23.62	22.33	27.53	31.75	31.54	31.68	31.17	33.88	38.48	37.38
	เฉลี่ย	18.16	19.99	21.94	20.90	26.11	30.18	30.99	30.83	31.87	44.74	37.40	37.50

ตารางผนวกที่ 4 ความยาวของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น

	สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BA	Rep. 1	17.12	20.54	24.85	24.81	26.85	28.1	28.26	29.61	32.54	35.69	5.34	35.49
	Rep. 2	20.01	22.33	24.95	24.49	29.47	30.96	31.86	32.19	33.89	34.19	36.92	36.12
	Rep. 3	17.77	21.13	23.56	23.01	25.57	26.63	27.79	28.59	30.12	32.12	33.27	32.68
	เฉลี่ย	18.30	21.33	24.45	24.10	27.30	28.56	29.30	30.13	32.18	34.00	25.18	34.76
BL	Rep. 1	16.7	21.53	23.19	22.9	27.61	33.29	34.59	33.75	35.34	40.71	39.48	39.72
	Rep. 2	15.79	20.3	21.6	22.06	27.09	27.15	28.67	29.64	31.67	33.12	35.39	35
	Rep. 3	17.66	20.86	25.34	23.86	27.76	31.33	31.95	31.72	34.67	36.28	38.31	37.76
	เฉลี่ย	16.72	20.90	23.38	22.94	27.49	30.59	31.74	31.70	33.89	36.70	37.73	37.49

ตารางผนวกที่ 5 ความหนาของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evap

	สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Rep. 1	0.23	0.23	0.2	0.1	0.16	0.15	0.16	0.15	0.17	0.17	0.18	0.15
	Rep. 2	0.24	0.24	0.13	0.06	0.18	0.15	0.18	0.16	0.17	0.18	0.18	0.16
	Rep. 3	0.23	0.23	0.15	0.08	0.19	0.15	0.17	0.15	0.18	0.2	0.2	0.16
BA	เฉลี่ย	0.23	0.23	0.16	0.08	0.18	0.15	0.17	0.15	0.17	0.18	0.19	0.16
	Rep. 1	0.26	0.26	0.14	0.1	0.18	0.16	0.18	0.17	0.18	0.19	0.2	0.17
	Rep. 2	0.26	0.25	0.15	0.09	0.2	0.18	0.18	0.18	0.18	0.2	0.19	0.17
	Rep. 3	0.27	0.28	0.18	0.18	0.19	0.17	0.22	0.18	0.2	0.19	0.19	0.18
BL	เฉลี่ย	0.26	0.26	0.16	0.12	0.19	0.17	0.19	0.18	0.19	0.19	0.19	0.17

ตารางผนวกที่ 6 ความหนาของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น

	สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Rep. 1	0.24	0.27	0.15	0.15	0.13	0.11	0.16	0.13	0.15	0.17	0.17	0.15
	Rep. 2	0.27	0.26	0.15	0.14	0.16	0.1	0.18	0.14	0.17	0.17	0.18	0.15
	Rep. 3	0.23	0.2	0.13	0.14	0.14	0.07	0.15	0.13	0.15	0.17	0.17	0.15
BA	เฉลี่ย	0.25	0.24	0.14	0.14	0.14	0.09	0.16	0.13	0.16	0.17	0.17	0.15
	Rep. 1	0.32	0.28	0.17	0.16	0.16	0.11	0.19	0.15	0.17	0.2	0.21	0.17
	Rep. 2	0.31	0.26	0.33	0.15	0.16	0.11	0.18	0.16	0.17	0.19	0.2	0.16
	Rep. 3	0.29	0.27	0.19	0.15	0.18	0.1	0.21	0.16	0.17	0.19	0.19	0.17
BL	เฉลี่ย	0.31	0.27	0.23	0.15	0.17	0.11	0.19	0.16	0.17	0.19	0.20	0.17

ตารางผนวกที่ 7 ความสูงของอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evap

	สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BA	Rep. 1	3.44	4	4	4.18	4.62	4.77	4.77	5.01	5	5.15	5.3	5.38
	Rep. 2	3.73	3.97	4.15	4.36	4.06	4.85	4.95	5.07	5.25	5.23	5.35	5.54
	Rep. 3	3.34	4.14	3.94	4.41	4.79	5.25	5.03	5.27	5.16	5.39	5.77	6
	เฉลี่ย	3.50	4.04	4.03	4.32	4.49	4.96	4.92	5.12	5.14	5.26	5.47	5.64
BL	Rep. 1	3.25	3.64	3.65	3.59	4.33	4.67	5.27	5.4	5.58	5.77	6.12	6.17
	Rep. 2	3.3	3.74	6.14	3.97	4.58	5.12	5.44	5.62	5.86	6.02	6.3	6.4
	Rep. 3	3.64	3.86	6.49	4.29	4.85	5.26	5.48	5.84	6.01	6.07	6.41	6.47
	เฉลี่ย	3.40	3.75	5.43	3.95	4.59	5.02	5.40	5.62	5.82	5.95	6.28	6.35

ตารางผนวกที่ 8 ความสูงของอนูเบียสในโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น

	สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BA	Rep. 1	3.23	3.94	3.99	4.4	4.9	4.97	5.21	5.5	5.58	5.7	5.86	5.97
	Rep. 2	3.3	4.12	4.1	4.76	5.09	5.17	5.35	5.66	6.04	5.84	6.1	6.27
	Rep. 3	3.45	3.76	4.02	4.24	4.7	4.67	4.95	5.15	5.34	5.41	5.7	5.75
	เฉลี่ย	3.33	3.94	4.04	4.47	4.90	4.94	5.17	5.44	5.65	5.65	5.89	6.00
BL	Rep. 1	3.32	3.57	4.24	4.61	5.39	5.63	5.95	6.14	6.45	6.69	7.05	7.28
	Rep. 2	3.49	3.65	4.55	4.26	4.89	4.88	5.14	5.41	5.65	5.88	6.03	6.08
	Rep. 3	3.59	3.55	4.25	4.85	5.19	5.31	5.75	5.66	5.94	6.05	6.23	6.3
	เฉลี่ย	3.47	3.59	4.35	4.57	5.16	5.27	5.61	5.74	6.01	6.21	6.44	6.55

ตารางผนวกที่ 9 จำนวนของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evap

	สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Rep. 1	6	7	9	6	7	7	7	7	7	7	6	6
BA	Rep. 2	7	9	10	9	10	10	10	9	9	8	8	8
	Rep. 3	6	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	6
	เฉลี่ย	6.33	8.33	9.33	8.00	8.67	8.67	8.67	8.33	8.33	7.67	7.33	6.67
	Rep. 1	6	7	8	8	8	8	9	10	9	8	9	9
BL	Rep. 2	5	6	6	6	7	8	8	7	7	7	8	7
	Rep. 3	5	7	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7
	เฉลี่ย	5.33	6.67	7.33	7.33	7.67	8.00	8.33	8.33	8.00	7.67	8.00	7.67

ตารางผนวกที่ 10 จำนวนของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น

	สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Rep. 1	7	7	9	9	10	10	11	9	9	9	9	10
	Rep. 2	6	7	7	8	8	9	9	8	8	8	8	9
	Rep. 3	8	8	11	10	11	13	12	11	11	11	10	11
BA	เฉลี่ย	7.00	7.33	9.00	9.00	9.67	10.67	10.67	9.33	9.33	9.33	9.00	10.00
	Rep. 1	5	6	8	7	8	9	9	9	9	9	9	9
	Rep. 2	4	5	12	7	7	8	8	9	8	8	8	9
	Rep. 3	5	5	8	8	9	10	10	10	9	8	8	9
BL	เฉลี่ย	4.67	5.33	9.33	7.33	8.00	9.00	9.00	9.33	8.67	8.33	8.33	9.00

ตารางผนวกที่ 11 ความเขียวของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evap

	สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BA	Rep. 1	40.36	44.31	46.72	48.9	52.8	53.36	53.71	55.09	54.05	54.89	56.28	55.64
	Rep. 2	40.74	45.42	48.52	49.53	51.98	54.33	55.54	55.74	57.03	56.62	57.3	54.79
	Rep. 3	34.24	42.07	47.2	51.7	53.82	55.94	57.07	56.42	56.86	58.56	56.8	56.73
	เฉลี่ย	38.45	43.93	47.48	50.04	52.87	54.54	55.44	55.75	55.98	56.69	56.79	55.72
BL	Rep. 1	42.53	48.63	45.14	43	51.07	52.54	54.82	55.38	53.92	54.75	57.7	53.85
	Rep. 2	54.1	52.25	50.322	52.86	56.2	55.99	56.25	55.2	56.33	54.59	56.14	52.45
	Rep. 3	45.96	47.25	50.94	53.46	56.44	55.11	52.1	55.17	56.32	56.27	57.86	55.35
	เฉลี่ย	47.53	49.38	48.80	49.77	54.57	54.55	54.39	55.25	55.52	55.20	57.23	53.88

ตารางผนวกที่ 12 ความเขียวของใบอนูเบียสในโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น

	สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BA	Rep. 1	36.16	43.68	50.43	52.02	55.6	54.9	98.45	56.76	55.34	55.22	52.55	52.23
	Rep. 2	40.4	45.95	50.56	51.05	55.12	54.8	54.8	55.81	55.73	54.92	54.36	50.79
	Rep. 3	37.26	45.42	49.55	53.3	53.82	54.35	53.92	53.06	55.01	54.18	53.2	52.6
	เฉลี่ย	37.94	45.02	50.18	52.12	54.85	54.68	69.06	55.21	55.36	54.77	53.37	51.87
BL	Rep. 1	46.8	43.89	51.54	56.43	59.39	56.69	57.12	52.6	53.52	50.3	48.94	53.18
	Rep. 2	43.47	41.48	49.44	53.03	55.02	56.07	55	53.48	95.82	53.15	52.45	51.72
	Rep. 3	46.77	45.65	49.68	52.69	55.54	55.6	53.45	51.74	54.79	52.97	49.95	84.25
	เฉลี่ย	45.68	43.67	50.22	54.05	56.65	56.12	55.19	52.61	68.04	52.14	50.45	63.05

ตารางผนวกที่ 13 เส้นผ่านศูนย์กลางของอนูเบียสในโรงเรือนแบบ Evap

	สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BA	Rep. 1	33.32	37.93	44.62	47.01	51.47	56.02	56.99	55.73	61.61	64.77	64.77	69.54
	Rep. 2	34.66	42.04	48.11	48.67	71.51	59.41	59.52	64.51	63.98	68.86	70.35	71.3
	Rep. 3	32.98	40.72	47.9	48.59	57.03	59.86	58.26	63.24	65.88	68.99	67.62	72.25
	เฉลี่ย	33.65	40.23	46.88	48.09	60.00	58.43	58.26	61.16	63.82	67.54	67.58	71.03
BL	Rep. 1	30.56	33.92	38.93	41.41	45.05	50.38	56.78	57.63	61.65	63.94	66.08	73.74
	Rep. 2	32.32	36.4	41.37	41.93	49.29	55.08	59.34	61.29	62.38	65.45	67.82	73.42
	Rep. 3	35.77	40.98	45.46	46.28	53.1	58.84	62.6	59.46	66.06	66.4	73.24	76.34
	เฉลี่ย	32.88	37.10	41.92	43.21	49.15	54.77	59.57	59.46	63.36	65.26	69.05	74.50

ตารางผนวกที่ 14 เส้นผ่านศูนย์กลางของอนูเบียสในโรงเรือนแบบควบคุมความชื้น

	สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BA	Rep. 1	33.9	39.5	44.35	48.38	52.11	59.61	61.7	65.03	69.01	96.92	70.85	76.17
	Rep. 2	36.86	45.19	50.2	53.79	57.99	64.57	64.73	67.26	72.14	73.6	76.84	76.99
	Rep. 3	32.58	41.06	46.71	47.81	52.36	57.29	59.32	59.8	64.34	66.85	66.83	72.44
	เฉลี่ย	34.45	41.92	47.09	49.99	54.15	60.49	61.92	64.03	68.50	79.12	71.51	75.20
BL	Rep. 1	31.36	37.85	45.41	49.09	54.16	59.67	64.85	67.51	72.34	74.38	77.23	82.75
	Rep. 2	30.82	39.98	42.87	48.95	53.74	57.77	57.69	62.93	63.53	67.62	71.42	73.76
	Rep. 3	33.51	41.11	44.27	52.04	56.46	61.87	65.42	68.34	72.41	74.69	78.11	81.14
	เฉลี่ย	31.90	39.65	44.18	50.03	54.79	59.77	62.65	66.26	69.43	72.23	75.59	79.22