รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

อิทธิพลของปริมาณความชื้น และการพรางแสงต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส

The Effect of Relative Humidity and Shading on *Anubias* sp. Growth

ผศ. สมเกียรติ สีสนอง

รศ. ดร. นงนุช เลาหะวิสุทธิ์

รศ. ดร. อิทธิสุนทร นันทกิจ

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2553

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

อิทธิพลของปริมาณความชื้น และการพรางแสงต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส

The Effect of Relative Humidity and Shading on *Anubias* sp. Growth

ผศ. สมเกียรติ สีสนอง

รศ. ดร. นงนุช เลาหะวิสุทธิ์

รศ. ดร. อิทธิสุนทร นันทกิจ

RCH ส232อ 2553

12704453

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2553

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ อิทธิพลของปริมาณความชื้น และการพรางแสงต่อการเจริญเติบโตของ
พรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส

แหล่งเงิน งบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2553

จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 300,000 บาท

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย 1 ปีตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2552 ถึง 30 กันยายน 2553

ชื่อ-สกุล และหน่วยงานต้นสังกัด

ผศ. สมเกียรติ สีสนอง E-mail :kssesomki@kmitl.ac.th

รศ.ดร. นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ E-mail :klnongnu@kmitl.ac.th

รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ E-mail : knitthis@kmitl.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทร. 0-2329-8520 โทรสาร 0-2329-8520

บทคัดย่อ

การทดลองปริมาณความชื้น และการพรางแสงต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียสในระบบปลูกพืชแบบไร้ดิน แบ่งออกเป็น 4 ระดับความชื้นสัมพัทธ์ ได้แก่ 90, 80, 70 และ 60% ตามลำดับ ต้นพันธุ์อนูเบียส (*A. barteri*) ปลูกภายใต้การพลางแสงร้อยละ 80 โดยการให้สารละลายธาตุอาหารสูตร KMITL2 ระยะเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าต้นอนูเบียสที่เลี้ยงในความชื้นสัมพัทธ์ต่างกัน มีค่าเฉลี่ยของความยาวใบ จำนวนใบ และ ความสูงต้นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ยกเว้นความกว้างใบและความเขียวใบ ต้นอนูเบียสที่ปลูกในระดับความชื้นสัมพัทธ์ 60 และ 70% มีค่าความยาวใบ จำนวนใบ และ ความสูงต้น ดีกว่าต้นอนูเบียสปลูกที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 80 และ 90% ($P<0.05$)

คำสำคัญ:พรรณไม้น้ำ อนูเบียส ความชื้นสัมพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: The Effect of Relative Humidity and Shading on *Anubias* sp. Growth

Researcher: Assist. Prof. Somkiat Seesanong

Assoc. Prof.Nongnuch Laohavisuti

Assoc. Prof. Itthisuntorn Nuntagij

Faculty: Faculty of Agricultural Technology King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok

Abstract

The appropriate relative humidity and shading for aquatic plant; *Anubias* sp. in hydroponics culture was studied. *A. barteri* was transplanted on different relative humidity as 90, 80, 70 and 60%. All treatments were grown in 80% of shading greenhouse, and in hydroponics with KMITL2 nutrient solution for 16 weeks. It was found that the mean of leaf length, leaves number and plant height were significantly different among the *A. barteri* culturing under different relative humidity. The *A. barteri* had been grown in relative humidity 70 % better than 60, 80 and 90 % in growth performance (leaf length, leaves number and plant height) ($P<0.05$) except leaf width and leaf greenness ($P>0.05$).

Keywords: aquatic plant, relative humidity, *Anubia* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
ตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	15
ผลการทดลอง	21
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	24
เอกสารอ้างอิง	26
ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อิทธิพลของความชื้นที่ส่งผลต่อการสูญเสียน้ำทางใบของพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโต	13
2	จำนวนใบเฉลี่ยของพรรณไม้น้ำอนูเบียส ที่ปลูกในความชื้นต่างกัน เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์	17
3	ความกว้างใบเฉลี่ยของพรรณไม้น้ำอนูเบียส ที่ปลูกในความชื้นแตกต่างกัน ระยะเวลา 16 สัปดาห์	18
4	ความยาวใบเฉลี่ยของพรรณไม้น้ำอนูเบียส ที่ปลูกในความชื้นแตกต่างกัน ระยะเวลา 16 สัปดาห์	18
5	ความสูงต้นเฉลี่ยของพรรณไม้น้ำอนูเบียส ที่ปลูกในความชื้นที่แตกต่างกัน ระยะเวลา 16 สัปดาห์	19
6	ค่าความเขียวของใบเฉลี่ยของพรรณไม้น้ำอนูเบียส ที่ปลูกในความชื้นแตกต่างกัน ระยะเวลา 16 สัปดาห์	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	อนูเบียสบาร์เตอรี่ (Anubias barteri)	2
2	โรงเรือน Greenhouse	3
3	โรงเรือนแบบกึ่งปิด	4
4	โรงเรือนแบบ evaporative cooling greenhouse	4
5	การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินด้วยระบบ NFT (Nutrient film technique)	5
6	การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ DRFT (Dynamic root floating technique)	6
7	การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินด้วยระบบ DFT (Deep flow technique)	6
8	การปลูกพรรณไม้น้ำในทรายหยาบ	7
9	Rockwool	8
10	การเปลี่ยนแปลงความชื้นของอากาศด้านนอกโรงเรือนจากการทำงานของ solar radiation	10
11	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของอากาศด้านนอกโรงเรือนจากการทำงานของ solar radiation	11
12	แบบจำลองการทำงานด้วย air dehumidification system	12
13	การขยายเซลล์ของ *A. besseyi* ภายใต้ความชื้นที่แตกต่างกัน	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนเงินงบประมาณคณะเทคโนโลยีการเกษตร ประจำปีงบประมาณ 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

พรรณไม้น้ำหรือพืชน้ำ (Aquatic plants) หมายถึง พืชที่อาศัยอยู่ในน้ำ โดยมีบางส่วนของพืชจมอยู่ใต้น้ำทั้งหมด หรือโผล่พ้นน้ำบางส่วน หรือเป็นพืชที่ขึ้นอยู่ตามริมน้ำ ชายตลิ่ง และรวมถึงพืชที่เจริญเติบโตอยู่ในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำขังหรือพื้นที่ชื้นแฉะ พรรณไม้น้ำเหล่านี้ ได้มีการนำมาจัดตกแต่งประดับประดาตู้ปลาสวยงาม เพื่อเพิ่มความสวยงามให้กับตู้ปลาและยังเป็นบ้าน หรือแหล่งอาหารของสัตว์น้ำในตู้ได้อีกด้วย พรรณไม้ที่นิยมนำมาจัดประดับตู้ปลามีมากมากหลายชนิด อาทิเช่น ผักเป็ดแดง ลานไพลิน ไส้ปลาไหล สาหร่ายคาบอมบ้า สาหร่ายพุงชะโด อเมซอนใบยาว อนูเบียส เป็นต้น ซึ่งราคาของพรรณไม้น้ำเหล่านี้ จะแตกต่างกันออกไปตามความต้องการของตลาด ชนิดที่มีราคาสูงและเป็นที่นิยม คือ อนูเบียส พรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส จัดเป็นพืชดอก ใบเลี้ยงคู่ เป็นพืชล้มลุกอายุหลายปี มีต้นเป็นแท่งใต้ดิน มีกาบประดับลักษณะคล้ายใบสีน้ำตาลหรือขาว ชอบขึ้นในที่ร่ม ชื้นแฉะ และมีความชื้นสูง ด้วยราคาขายที่สูง จึงเป็นปัจจัยที่กระตุ้นให้เกษตรกรมีความต้องการที่จะเพาะขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำอนูเบียส จึงทำให้เกษตรกรจำเป็นต้องคิดค้นวิธีการปลูกพรรณไม้น้ำอนูเบียส เพื่อให้เพิ่มผลผลิตได้มากและเพียงพอต่อความต้องการของตลาด และด้วยสภาพภูมิประเทศของประเทศไทยที่มีลักษณะภูมิอากาศร้อนชื้นจึงเป็นข้อจำกัดต่อการปลูกพรรณไม้น้ำอนูเบียส

ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดการปลูกพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียสในโรงเรือนแบบปิด ที่ควบคุมสภาพแวดล้อม หรือเรียกว่าโรงเรือนแบบ Evaporative cooling greenhouse เกิดขึ้น โดยปลูกพรรณไม้น้ำอนูเบียสในระบบปลูกแบบ Deep flow technique (DFT) กล่าวคือ เป็นการปลูกพรรณไม้น้ำโดยให้สารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านรากพรรณไม้น้ำอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เป็นแผ่นฟิล์มที่มีความบางประมาณ 5 มิลลิเมตร ดังนั้นการศึกษาถึงผลของความชื้นและปริมาณแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอนูเบียส จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะสามารถช่วยให้เกษตรกรปลูกพรรณไม้น้ำอนูเบียสได้ผลผลิตมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

พรรณไม้น้ำ

พรรณไม้น้ำ (Aquatic plants) หมายถึง พืชที่อาศัยอยู่ในน้ำโดยอาจจะจมอยู่ใต้น้ำทั้งลำต้น หรือ มีบางส่วนโผล่ขึ้นมาเหนือน้ำ หรือเป็นพืชที่ขึ้นตามริมน้ำ ชายตลิ่ง อีกทั้งยังรวมถึงพืชที่เติบโตบริเวณพื้นที่ชื้นแฉะ หรือพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขัง (เศรษฐมันตร์, 2551) พรรณไม้น้ำที่นิยมปลูกสำหรับการเลี้ยงปลาตู้สวยงาม มีหลากหลายสายพันธุ์ เช่น ลานไพลิน พรมมิ ไส้ปลาไหล สาหร่ายคาบอมบ้า และอนูเบียส เป็นต้น ไม้น้ำที่ได้รับความนิยมในปลูกมากที่สุด คือ อนูเบียส เนื่องจากเมื่อนำไปจัดในตู้พรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียสมีความทนทานและอยู่ได้นานกว่าพรรณไม้น้ำชนิดอื่น

ลักษณะของอนูเบียส

อนูเบียสมีมากมายหลาย สายพันธุ์ สำหรับในประเทศไทย นิยมนำมาจัดตู้ปลามีประมาณ 4 สายพันธุ์ ดังนี้ อนูเบียสบาร์เตอรี่ อนูเบียสบาร์เตอรี่ใบแคบ อนูเบียสคอนเจนซิส และ อนูเบียสแคระ สายพันธุ์ ของอนูเบียสที่ นิยมนำมาจัดตกแต่งตู้ปลา คือ อนูเบียสบาร์เตอรี่ อนูเบียสบาร์เตอรี่ ชื่อวิทยาศาสตร์ *Anubias barteri* ชื่อสามัญ Broad-leaved Anubias จัดอยู่ในวงศ์ Araceae เป็นพืชล้มลุกอายุหลายฤดู มีลำต้นเป็นแท่งใต้ดินและแทงขึ้นมาเหนือดิน ใบแตกจากโคนต้นสีเขียวเข้ม ดอกสีน้ำตาลขนาดเล็ก ไม่มีก้านดอกออกรวมเป็นช่อแบบ spadix (กระจุกของดอกไม่ที่ฐานติดอยู่กับที่จุดกลางของปล้องดอกเดียวกัน และมักมีใบเล็กๆ รองที่กระเปาะของดอก) มีกาบประดับลักษณะคล้ายใบ เป็นพืชเจริญเติบโตช้าและอยู่ใต้น้ำได้ยาวนาน ไม่ต้องตัดแต่งบ่อย (ภาพที่ 1) สามารถปลูกได้ทั้งบนบกและในน้ำ การขยายพันธุ์ทำได้โดยแยกหน่อ หรือตัดแบ่งเหง้าไปเพาะชำ แหล่งกำเนิดในแอฟริกาตะวันตก ความสูงล้าต้น 30 เซนติเมตร อุณหภูมิที่เหมาะสม 22-28 องศาเซลเซียส (นงนุช,2548)

ภาพที่ 1 อนูเบียสบาร์เตอรี่ (Anubias barteri)

ที่มา: http://www.isanza.com/index.php?topic=5244.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Hydroponics) เป็นการปลูกพืชที่ไม้ใช้วัสดุปลูก (Nonsubstrate หรือ Water culture) กล่าวคือ จะทำการปลูกพืชลงบนสารละลายธาตุอาหารพืชโดยให้รากพืชสัมผัสกับสารละลายธาตุอาหารโดยตรง (ดิเรก, 2548)

1.โรงเรือนสำหรับการปลูกพืชไร้ดิน

1.1 โรงเรือนแบบเปิด (Greenhouse)

ลักษณะโรงเรือนแบบเปิด ประกอบด้วยหลังคาทำมาจากกระเบื้องใสหรือพลาสติกใสซึ่งหลังคาต้องพรางแสงด้วยตาข่ายพราง 50-80 เปอร์เซ็นต์ และด้านข่างของโรงเรือนต้องพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงด้วย (นงนุช, 2548) (ภาพที่ 2)

1.2 โรงเรือนแบบกึ่งปิด

ลักษณะโรงเรือนเป็นแบบปิด ประกอบด้วยวัสดุทำมาจากพลาสติกใส ซึ่งหลังคาและด้านข้างของโรงเรือนต้องพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง 50-80 เปอร์เซ็นต์ มีการให้สารละลายธาตุอาหาร และสเปรย์น้ำเพื่อเพิ่มความชื้นเป็นบางเวลา (นงนุช, 2548) (ภาพที่ 3)

1.3 โรงเรือนแบบปิดที่ควบคุมสภาพแวดล้อม (Evaporative cooling greenhouse)

โรงเรือนแบบนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์วัด (Sensor) ซึ่งจะวัดค่าต่างๆ เช่น ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ปริมาณแสง อื่นๆ และอุปกรณ์วัดนี้จะแสดงข้อมูลที่ได้จากการวัด และสั่งให้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ อุปกรณ์ให้น้ำเพื่อเพิ่มความชื้นจะเริ่มทำงาน (นงนุช ,2548) (ภาพที่ 4)

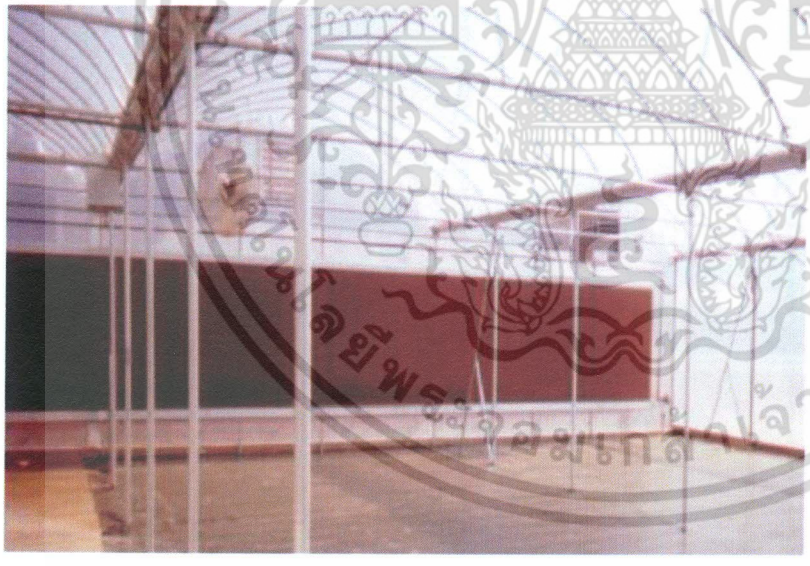
<u>ภาพที่ 2</u> โรงเรือน Greenhouse

ที่มา: http://www.istockphoto.com/stock-photo-10216313-greenhouse-plant-irrigation.php

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3 โรงเรือนแบบกึ่งปิด

ที่มา: http://www.flickr.com/photos/budi738/2549354699/



ภาพที่ 4 โรงเรือนแบบ evaporative cooling greenhouse

ที่มา: http://www.jaderloon.com/Carolina%20cooler%20info.htm

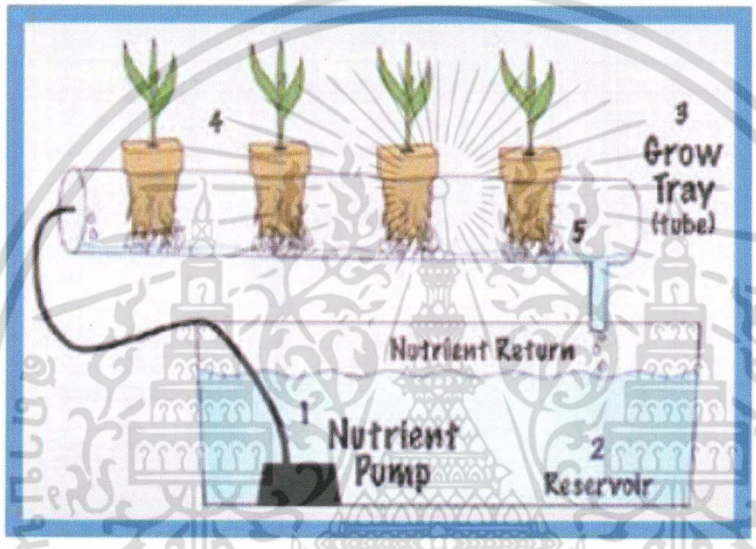
2.ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

2.1 การปลูกพืชไม่ใช้ดินด้วยระบบ NFT (Nutrient film technique)

เป็นการปลูกพืชที่ใส่สารละลาย ที่เราเรียกว่า "ไฮโดรโปรนิกส์ " หรือการปลูกพืชที่มีวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลูกเป็นของไหลช้าๆ แบบแผ่นฟิล์มบางๆ 1-3 มิลลิเมตร ผ่านตามรากพืชตามความชันของรางปลูก สารละลายธาตุอาหารพืชจะถูกนำไปใช้แบบหมุนเวียนกลับ โดยมีปั๊มน้ำเป็นต้นกำลังทำให้สารละลายเกิดการไหลเวียนในระบบซึ่งเป็นระบบที่นิยมกันมากในต่างประเทศ (ภาพที่ 5) ข้อดีของการปลูกแบบนี้ คือ รากพืชบางส่วนจะได้รับสารอาหารที่ไหลช้าๆ แบบแผ่นฟิล์มบางๆ และรากพืชที่อยู่เหนือขึ้นมาจะดูดออกซิเจนไปใช้ในการเจริญเติบโต (ดิเรก, 2550) Chow and Price (1989) ทำการทดลองปลูก winged bean ในระบบการปลูกพืชไร้ดินแบบ NFT พบว่า จำนวนดอกเพิ่มขึ้น 86-94 เปอร์เซ็นต์ ใบเพิ่มขึ้น 26-34 เปอร์เซ็นต์ ต้นเพิ่มขึ้น 49-52 เปอร์เซ็นต์ และจำนวนต่อหน่วยพื้นที่เพิ่มขึ้นเป็น 15-17 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 5 การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินด้วยระบบ NFT (Nutrient film technique)
ที่มา: http://grodan101.com/graphics/hydroponics/pictures/herbs/B_NFTechnique.jpg

2.2 การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินด้วยระบบ DRFT (Dynamic root floating technique)

เป็นระบบที่มีถาดปลูกทำด้วย โฟมเจาะรูปลูกพืชที่มีลักษณะเหมือนกับระบบ DFT คือ มีระดับของสารละลายธาตุอาหารพืช ที่สูงแต่จะเพิ่มอุปกรณ์ คือ อุปกรณ์สำหรับปรับระดับของสารอาหารให้สอดคล้องกับการเจริญเติบโตของพืชในถาดปลูกและอุปกรณ์สำหรับเติมอากาศในสารอาหาร (ภาพที่ 6) Nhut et al. (2003) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้น taro ด้วยระบบ DRFT กับการปลูกพืชด้วยดิน พบว่าต้น taro ที่ปลูกด้วยระบบการปลูกโดยไม่ใช้ดินแบบ DRFT มีการเจริญเติบโตดีกว่าการใช้ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6 การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ DRFT (Dynamic root floating technique)

ที่มา: http://flora.coa.gov.tw/view_eng.php?id=244

2.3 การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินด้วยระบบ DFT (Deep flow technique)

เป็นการปลูกพรรณไม้น้ำ โดยที่ให้สารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านรากของพรรณไม้น้ำในรางโดยรากพืชแช่อยู่ในน้ำสูงประมาณ 3 เซนติเมตร ซึ่งสารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านช่องว่างภายในรางหรือท่อตลอดเวลา ระบบนี้ประกอบด้วยท่อปลูก ทำจากท่อพีวีซีสีขาวเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 2×2 นิ้ว ยาว 4-18 เมตร และด้านบนของ ท่อเจาะรูเพื่อปลูกพรรณไม้น้ำ หรือใช้รางของระบบปลูก NFT โดยติดตั้งรางปลูกบนแนวระนาบ (ภาพที่ 7)

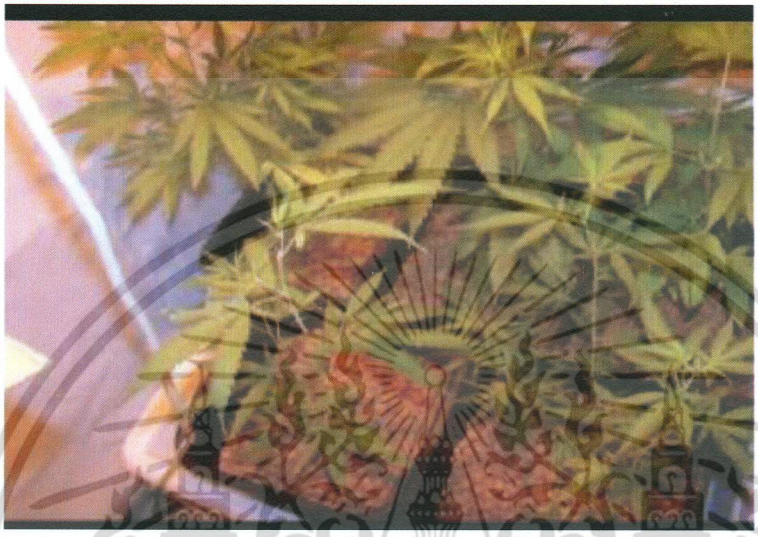
ภาพที่ 7 การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินด้วยระบบ DFT (Deep flow technique)

ที่มา: http://www.scene4.com/archivesqv6/oct-2010/1010/janineyasovantthai1010.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การปลูกพรรณไม้น้ำในทรายหยาบ (Coarse sand culture)

เป็นการปลุกพรรณไม้น้ำโดยใช้ทรายหยาบเป็นวัสดุรองปลูก ซึ่งทรายหยาบมีสมบัติอุ้มน้ำได้น้อยมาก เป็นสารเฉื่อยไม่ทำปฏิกิริยาเคมี ความพรุนระหว่างก่อนน้อยมากและมีอายุการใช้งานนาน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1-3 มิลลิเมตร และในการปลูกจะใช้ความหนาของทรายหยาบประมาณ 15-20 เซนติเมตร (ภาพที่ 8) (นงนุช, 2548)



ภาพที่ 8 การปลูกพรรณไม้น้ำในทรายหยาบ
ที่มา: http://i2.ytimg.com/vi/6iIo8TwAJRI/0.jpg

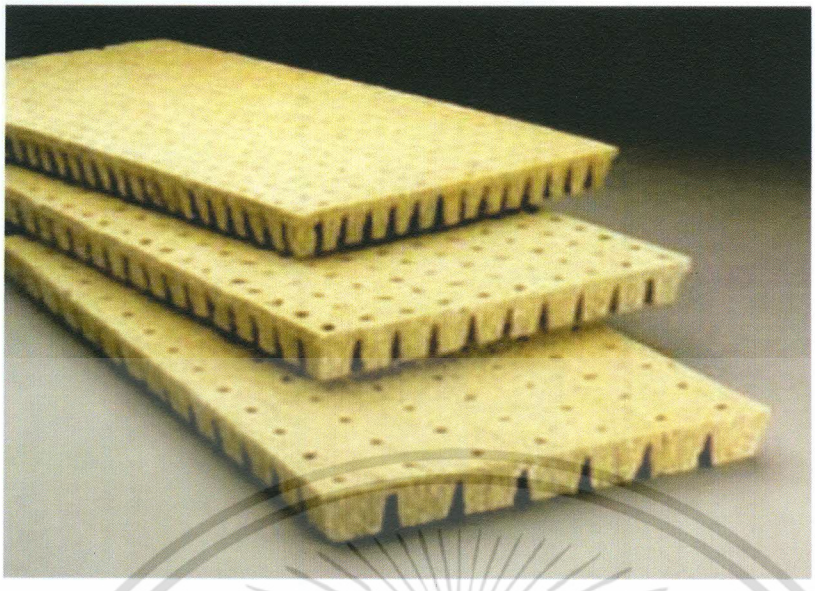
ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของอนูเบียส

โดยทั่วไปแล้วพรรณไม้น้ำมีลักษณะคล้ายพืชชั้นสูงทั่วไปที่มีความต้องการปัจจัยต่างๆ ในการเจริญเติบโต แต่พรรณไม้น้ำมี ความต้องการปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตแตกต่างออกไปจากพืชประเภทอื่น อันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัย ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ มีทั้งหมด 9 ปัจจัย ดังนี้

1.วัสดุปลูก

วัสดุปลูก คือ วัตถุชนิดใดชนิดหนึ่งที่เป็นที่อยู่ของราก น้ำหรือสารละลายปุ๋ยและอากาศ วัสดุปลูกสำหรับพรรณไม้น้ำมีมากมายหลายชนิด เช่น กรวด ทราย rock wool และ vermiculite วัสดุที่นิยมใช้คือ rock wool เป็นวัสดุที่มีการถ่ายเทอากาศและระบายอากาศได้ดี ใช้งานง่าย น้ำหนักเบา สามารถฆ่าเชื้อโรคและแมลงได้ง่าย (ภาพที่ 9) (นงนุช, 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 rockwool

ที่มา: http://www.luv2garden.com/hyd_sys.html

2. แสงสว่าง

แสงสว่างมีความสำคัญอย่างมากต่อพรรณไม้น้ำ เนื่องการสังเคราะห์แสงเป็นกระบวนการสร้างอาหารให้แก่พืช (พรรณไม้น้ำ) พืชมีความต้องการแสง ที่แตกต่างกันออกไป สำหรับพรรณไม้น้ำเมื่อเทียบกับพืชผัก พรรณไม้น้ำมีความต้องการแสงน้อยกว่า โดยทั่วๆ ไปพรรณไม้น้ำมีความต้องการแสงสว่าง 40-60% (กาญจนรี , 2546) หรือประมาณ 3,000-7,500 ลักซ์ Dewir et al. (2005) ทำการทดลองศึกษาการเกิดของต้น Spathiphyllum โดยวิธีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเพื่อศึกษาถึงการเจริญเติบโตของพืชและการสังเคราะห์แสง ความแตกต่างของวัสดุปลูก การสังเคราะห์แสงและค่าความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต

3. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นก๊าซที่ไม่มีสีและไม่มีกลิ่น สามารถละลายน้ำได้ดีกว่าก๊าซออกซิเจน (O_2) ถึง 200 เท่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะได้จากการแพร่ผ่านจากชั้นบรรยากาศ กระบวนการย่อยสลายของสารอินทรีย์ต่างๆ โดยแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในน้ำ และได้จากการหายใจของพืชและสัตว์ในช่วงที่มีแสง พรรณไม้น้ำใช้แสงมาเปลี่ยนเป็นพลังงานเพื่อดึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยอาศัยรงควัตถุสีเขียวภายในเซลล์หรือคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) และแสงสว่างเพื่อผลิตกลูโคส ซึ่งเปลี่ยนไปอยู่ในรูปแป้ง (Organics carbon) หรือคาร์โบไฮเดรต เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะให้ก๊าซออกซิเจนเป็นผลพลอยได้ (นงนุช, 2548) และระดับคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมแก่พรรณไม้น้ำอยู่ระหว่าง 5-15 มิลลิกรัมต่อลิตร (กาญจนรี, 2546)

4. ธาตุอาหารหรือปุ๋ย

ธาตุอาหารพืชหรือธาตุอาหารจำเป็น (Plant nutrients หรือ Essential nutrients) หมายถึง ธาตุที่

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ หรือแสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืชหรือธาตุที่พืชต้องการเพื่อการดำรงชีพ ธาตุเหล่านี้มีบทบาทในกระบวนการเมตาบอลิซึม (Metabolism) อย่างเฉพาะเจาะจงไม่มีธาตุอื่นใดทำหน้าที่แทนได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อพืชขาดธาตุอาหารใดธาตุอาหารหนึ่งพืชจะมีเกิดการหยุดชะงักการเจริญเติบโต มีอาการผิดปกติอันเป็นลักษณะเฉพาะและอาจฟื้นตัวได้ เมื่อได้รับปุ๋ยซึ่งมีธาตุอาหารนั้นเพียงพอ (ดิเรก, 2550) ปกติปุ๋ยหรือธาตุอาหารที่เลือกใช้ในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำ ได้แก่ ปุ๋ย NPK สูตร 25-5-5, 30-20-10 หรือ 27-17-10 (กาญจนรี , 2546) Jongput et al. (2007) ทำการศึกษาพรรณไม้น้ำ African swordplant (*Echinodorus africanus*) เพื่อหาค่าความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายธาตุอาหาร (EC) ที่ระดับ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ที่ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน 21.6 ppm แต่พบว่า พรรณไม้น้ำ African swordplant เจริญเติบโตดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ที่ระดับ EC 2.0 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 15.26±4.25 กรัมต่อต้น ตามด้วยค่า EC ที่ระดับ 1.5, 0.5 และ 1.0 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ

5. อุณหภูมิของน้ำ

โดยทั่วๆ ไปพรรณไม้น้ำชนิดอื่นมีความต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต 25-29 องศาเซลเซียส (กาญจนรี, 2546) แต่สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับอนูเบียส 22-28 องศาเซลเซียส

6. ความเป็นกรดด่างของน้ำ

พรรณไม้น้ำสามารถใช้ธาตุอาหารได้ดีหรือไม้ขึ้นอยู่กับระดับความเป็นกรดด่างของน้ำ ถ้าน้ำมีความเป็นกรดด่างสูงเกินไปหรือต่ำไป จะส่งผลกับการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ ส่วนใหญ่พรรณไม้น้ำจะสามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มีค่าความเป็นกรดด่างสูงระหว่าง 6.5-7.4 (วนาวรรณ, 2544) Arduini et al. (1998) ทำการทดลองศึกษาค่าความเป็นกรดด่างที่มีต่อการเจริญเติบโตของราก และการนำสารอาหารไปใช้ของต้น Pinus pinaster นำต้อ่อนของ Pinus pinaster ที่มีอายุ 2 สัปดาห์ มาปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 3.5-6.5 พบว่าอัตราการยืดตัวของรากลดลงเมื่อสารละลายธาตุอาหารที่มีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 3.5 และ 6.5 หลังจากนั้นอีก 4 สัปดาห์ กลุ่มที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีค่าความเป็นกรดด่าง 3.5 มีความยาวของรากต่ำที่สุด แต่มีน้ำหนักต้นมากที่สุด เนื่องจากมีใบค่อนข้างหนา

7. ความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity) ภายในโรงเรือน

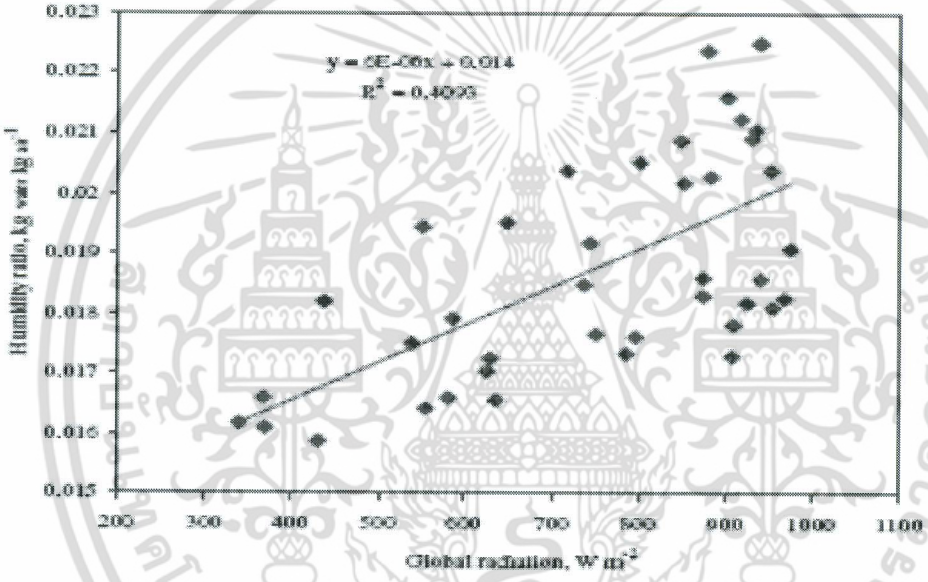
ความชื้น เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ เนื่องจากมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ หากรากไม่สามารถดูดน้ำได้ทันกับอัตราการคายน้ำ จะมีผลทำให้การเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำหยุดชะงัก โดยปกติปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ โดยสเปรย์น้ำทุกๆ 15-20 นาที (นงนุช, 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้น

7.1.1 โดยธรรมชาติ

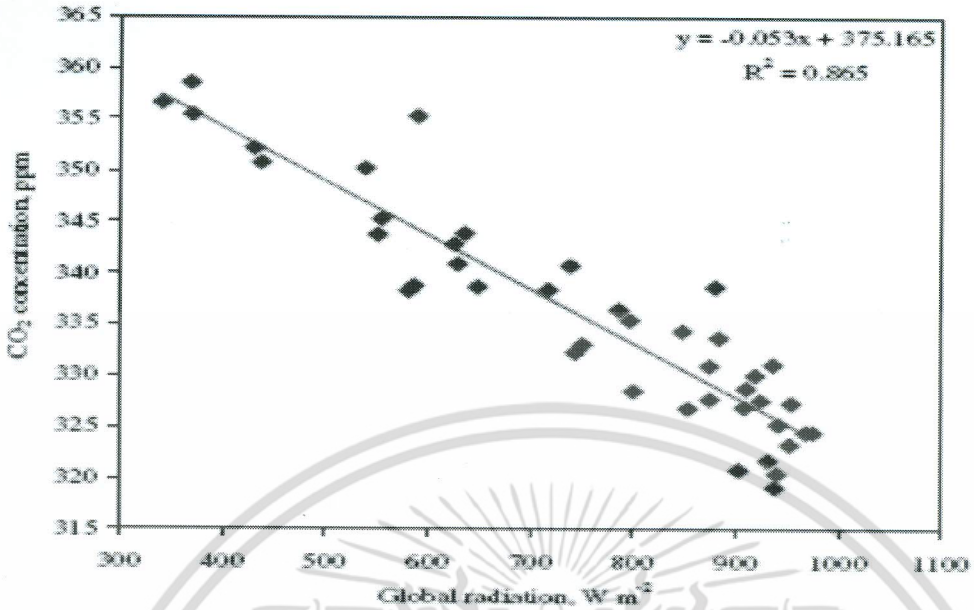
การเปลี่ยนแปลงความชื้นจากธรรมชาติเกิดจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้ อุณหภูมิภายนอกโรงเรือน ความชื้นภายนอกโรงเรือน ความเร็วลม รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ (solar radiation) อากาศภายในโรงเรือน และการเปิดปิดช่องระบายลม (He and Ma, 2010) นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงความชื้นที่เกิดขึ้น มีผลต่อปัจจัยอื่นในระบบ โดยส่วนมากการเปลี่ยนแปลงความชื้นจะมีผลต่อ 2 ปัจจัยดังกล่าวเสมอ คือ อุณหภูมิและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในโรงเรือน หากความชื้นเพิ่มขึ้น ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จะลดลง และหากในระบบมีอุณหภูมิและความชื้นที่เพิ่มขึ้นจากรังสีความร้อนจากโลก จะทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ลด (Teitel et al., 2010) ดังภาพที่ 11 และ 12



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของอากาศด้านนอกโรงเรือนจากการทำงานของ solar radiation

ที่มา: Teitel et al. (2010)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของอากาศด้านนอกโรงเรือนจากการทำงานของ solar radiation

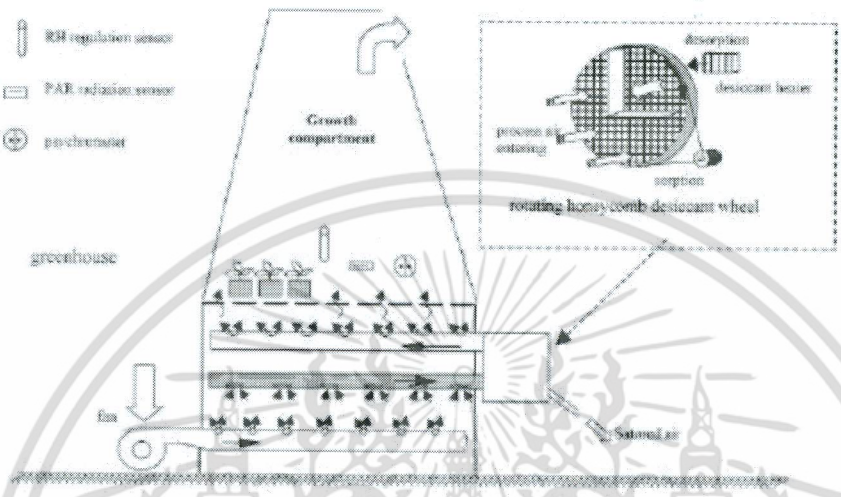
ที่มา: Teitel et al. (2010)

7.1.2 การเปลี่ยนแปลงความชื้นที่เกิดจากกลไกทางด้านวิศวกรรม

Korner and Challa (2003) ทำการออกแบบโรงเรือนกระจก แบบใหม่ในประเทศเนเธอร์แลนด์เพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ภายในโรงเรือนกำหนดระดับความชื้นสัมพัทธ์ในระบบอัตโนมัติให้มีค่าความชื้น 80-85 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเป็นระดับความชื้นที่เหมาะสมต่อพืช อีกทั้งหากตั้งค่าความชื้นในระบบให้มีค่าสูงกว่านี้ จะมีผลต่อการปรับลดอุณหภูมิ ทำให้ระบบการทำความร้อนเกิดการทำงาน หรือเกิดการระบายอากาศ จึงเป็นผลทำให้เกิดการใช้พลังงานที่เพิ่มมากขึ้น สิ้นเปลืองต่อการลงทุน จากผลการทดลองตั้งค่าความชื้น 80 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเมื่อสิ้นสุดรอบการปลูก chrysanthemum สามารถใช้พลังงานลดลง 18 เปอร์เซ็นต์ โดยในช่วงการทดลองวันที่ 1 มีนาคม คศ. 2003 พบว่าสามารถประหยัดการใช้พลังงานถึง 23-27 เปอร์เซ็นต์ ปัจจัยทางด้านวิศวกรรม การลดระดับความชื้นภายในโรงเรือนมีอีกวิธีการหนึ่งนั่นก็คือ การใช้ระบบการลดความชื้นในอากาศ (Air dehumidification system) ที่มีในโรงเรือน วิธีการนี้จะปล่อยให้ honeycomb wheel หมุนไปเรื่อยๆ จนกระทั่งทำให้ระบบเกิดความแห้ง และจะกระตุ้นให้เกิด airstreams ไหลเข้ามายังระบบ การทำให้ระบบเกิดความแห้งเป็นการทำงานของ semi-ceramic ซึ่งโครงสร้างนี้มีลักษณะเหมือนกับกระดาษลูกฟูก จึงทำให้อากาศที่ผ่านเข้ามายัง wheel เกิดการม้วนตัว ความเร็วของการหมุน wheel จะปล่อยให้หมุนอย่างช้าๆ การหมุนของ wheel ทำให้อากาศไหลผ่านเข้ามาตามร่องที่มีลักษณะย่นของ wheel และจากโครงสร้างการทำงานของ wheel มีผลทำให้สามารถดูดความชื้นที่มีในอากาศได้ ที่ยกตัวอย่างเรื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของความชื้น เพราะว่าความชื้นมีจุดอิ่มตัว ดังนั้น การหมุนของ wheel จะส่งผลให้เกิดความชื้นในอากาศ และความชื้นในอากาศที่เกิดขึ้นนี้จะถูกกำจัดออกด้วยความร้อนจากอากาศที่ไหลย้อนกลับมา (Codarin et al., 2006) ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 แบบจำลองการทำงานด้วย air dehumidification system
ที่มา: Codarin et al. (2006)

7.2 ผลกระทบของความชื้นต่อพืช

7.2.1 การสูญเสียน้ำทางใบ

การคายน้ำ คือการสูญเสียน้ำของพืชในรูปของไอน้ำ น้ำที่พืชดูดขึ้นไปจะใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพียงร้อยละ 1 - 2 เท่านั้น น้ำส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 98 - 99 จะสูญเสียไปในรูปของการคายน้ำโดยน้ำเปลี่ยนเป็นไอและระเหยออกไป น้ำส่วนใหญ่จะระเหยออกทางปากใบ (stinata) เรียกว่า stomatal transpiration นอกจากนี้ น้ำอาจสูญเสียทางผิวใบและส่วนของล้าต้นอ่อน ๆ เรียกว่า cuticular traspiration ทางรอยแตกหรือรูเล็ก ๆ ที่ลำต้นหรือเลนทิเซล (lenticel) เรียกว่า lenticular transpiration การคายน้ำทางผิวใบและเลนทิเซลถือว่าน้อยมาก เมื่อเทียบกับการคายน้ำาทางปากใบ แต่ในสภาพที่พืชขาดน้ำ ปากใบจะปิดดังนั้นการคายน้ำทางผิวใบ และเลนทิเซล จะช่วยลดอุณหภูมิให้กับพืชได้บ้างทำให้ล้าต้นพืชไม่ร้อนมากจนเกินไป ที่ผิวใบพืชมีเซลล์ชั้นเอพิเดอร์มิส (epidermis layer) Mortensen (2000) ทำการศึกษาผลกระทบ ของความชื้นที่มีผลต่อการเจริญเติบโต การออกดอก การเก็บรักษาคุณภาพ และความต้องการน้ำของพืชใช้แสงช่วงสั้น 4 ชนิดในโรงเรือนแบบปิด ทดลองในพืชทั้งหมด 4 ชนิดดังนี้ *Begonia cheimantha, Chrysanthemum morifolium, Euphorbia plucherrima* และ *Kalanchoe blossfeldiana* โดยให้พืชทั้ง 4 ชนิดเจริญเติบโตในการลด ระดับความดันไอ (vapour pressure deficits) ที่แตกต่างกัน 3 ระดับดังนี้ 155, 420 และ 660 Pa จากผลการทดลองพบว่า การใช้น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของพืช (water consumption) ต่อพื้นที่ใบลดลง 39-58 เปอร์เซ็นต์ ใน *Chrysanthemum morifolium, Kalanchoe blossfeldiana* และ *Euphorbia plucherrima* เมื่อลดความดันไอน้ำจาก 660 เป็น 150 Pa ส่วนการสูญเสียน้ำทางใบปกติจะเพิ่มขึ้นเมื่อความดันไอน้ำลดลง ขณะเจริญเติบโตจะพบใน *Begonia cheimantha* และ *Euphorbia plucherrima* ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อิทธิพลของความชื้นที่ส่งผลต่อการสูญเสียน้ำทางใบของพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโต

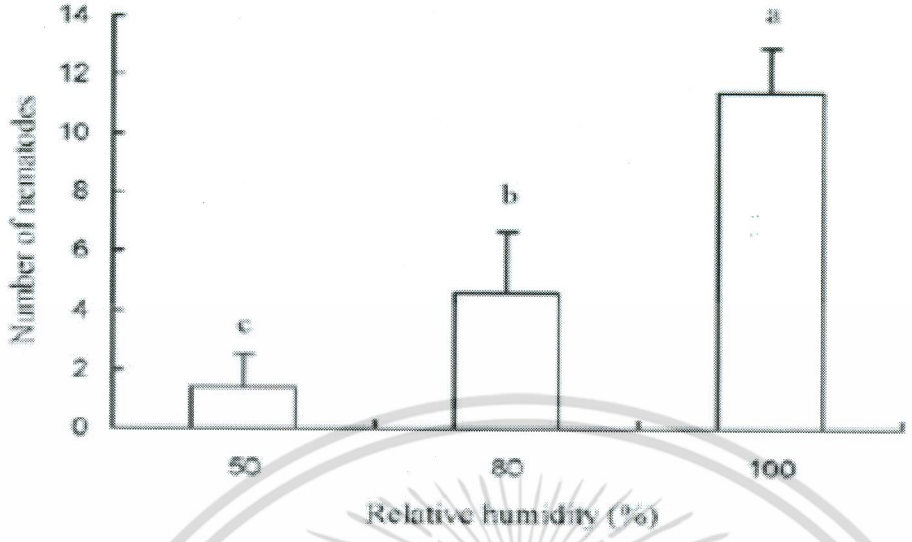
Species	Water loss after 6 h (%) for VPDs			Water loss after 13 h (%) for VPDs		
	660 Pa	420 Pa	155 Pa	660 Pa	420 Pa	155 Pa
Begonia	15.6 ± 2.0	18.4 ± 0.4	26.3 ± 1.3	30.6 ± 3.9	35.2 ± 0.2	49.0 ± 2.3
Kalanchoe	4.8 ± 0.1	5.5 ± 0.7	5.6 ± 0.1	8.4 ± 0.1	9.2 ± 0.8	9.8 ± 0.1
Poinsettia	17.1 ± 1.1	21.4 ± 3.0	25.3 ± 0.5	35.3 ± 2.6	42.2 ± 5.9	48.5 ± 1.8
Pot chrysanthemum	16.6 ± 0.2	17.0 ± 1.4	20.0 ± 0.9	29.8 ± 1.6	30.3 ± 2.1	36.0 ± 1.4
VPD	****			****		
Species	****			****		
VPD × species	**			*		

ที่มา : Mortensen (2000)

7.2.2 การเพิ่มจำนวนนีมาโทด

ความชื้นมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของนีมาโทดเป็นอย่างมาก สังเกตได้จากการทดลองเลี้ยงนีมาโทดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นต่างๆ กัน 3 ระดับ ได้แก่ 50%, 80% และ 100% ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้น 100% นีมาโทดจะเพิ่มจำนวนได้ดีที่สุดและมากที่สุดเฉลี่ย 11.4 ตัว (Sun et al., 2009) แสดงดังภาพที่ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13 การขยายเซลล์ของ *A. besseyi* ภายใต้ความชื้นที่แตกต่างกัน

ที่มา: Jie et al. (2009)

ลักษณะภูมิประเทศ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อน (Tropical) มีฤดูกาลทั้งหมด 3 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว ฤดูร้อนจะอยู่ในช่วงเดือนมีนาคมถึงกลางเดือนเมษายน ส่วนมากมักมี อุณหภูมิเกินกว่า 30 องศาเซลเซียส ฤดูฝนมาในช่วงกลางเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม ส่วนฤดูหนาวมาในช่วงเดือน กันยายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ (Max et al., 2009)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส จำนวน 144 ต้น
2. สารละลายธาตุอาหารสูตร KMITL 2
3. ระบบปลูกพืชไร้ดิน จำนวน 24 รางปลูก จำนวน 6 ช่องปลูก
4. ถังใส่สารละลายธาตุอาหารพืชจำนวน 12 ถัง
5. ปั๊มน้ำที่ใช้ในการดึงสารละลายธาตุอาหารพืชจำนวน 12 ตัว
6. เครื่องวัดความนำไฟฟ้า (Electrical conductivity meter)
7. อุปกรณ์อื่นๆ
    7.1 ไม้บรรทัด
    7.2 เครื่องวัดคลอโรฟิลด์ MINOLTA SPAD-502

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลอง แบบ Completely randomize design (CRD) โดยทำการทดลองกับต้นอนูเบียส โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นปัจจัยในการทดลอง ได้แก่ 60%, 70%, 80% และ 90% ระดับละ 3 ซ้ำ

ชุดการทดลองที่ 1 ระดับความชื้น 60-65%

ชุดการทดลองที่ 2 ระดับความชื้น 70-75%

ชุดการทดลองที่ 3 ระดับความชื้น 80-85%

ชุดการทดลองที่ 4 ระดับความชื้น 90-95%

วิธีการทดลอง

1. พรรณไม้น้ำอนูเบียส จำนวน 144 ต้น พันด้วย rock wool ใส่ถ้วยปลูกอนุบาล หลังจากนั้นเปิดพลาสติกคลุมออกเมื่อพรรณไม้น้ำสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะที่มีความชื้นปกติ เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์

2. นำพรรณไม้น้ำอนูเบียส จากข้อ 1 มาทดลองในระบบการให้สารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านรากพืชในระบบปลูกพืชไร้ดินแบบ DFT ซึ่งทำมาจากรางปลูกสีขาว เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ความยาว 2 เมตร จำนวน 6 ช่องต่อรางปลูก โดยมีการหมุนเวียนของสารละลายธาตุอาหารตลอดเวลา ในชุดการทดลองประกอบด้วยความชื้นที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 60%, 70%, 80% และ 90% ตามลำดับ ในแต่ละระดับความชื้นทดลอง 3 ซ้ำๆ ละ 12 ต้น ภายใต้โรงเรือนที่มีการพรางแสงร้อยละ 80 ในระหว่างการทดลองจะควบคุมค่าความเป็นกรดด่างให้อยู่ระหว่าง 6.5-7.0 และค่าการนำไฟฟ้า (EC) 3 ระดับดังนี้ สัปดาห์ที่ 0-1 ค่า EC เท่ากับ 0.5 สัปดาห์ที่ 2-4 ค่า EC เท่ากับ 0.75 และสัปดาห์ที่ 5-

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16 ค่า EC เท่ากับ 1.00 และนอกจากนี้ทุก 2 สัปดาห์จะถ่ายละลายทิ้งพร้อมกับเติมสารละลายธาตุอาหารใหม่ และปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารให้ได้ตามที่กำหนดทุกสัปดาห์ และทำการวัดคลอโรฟิลด์เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

การบันทึกข้อมูล

1. ก่อนการทดลอง นับจำนวนใบ วัดความกว้างใบ (เซนติเมตร) ความยาวใบ (เซนติเมตร) และความสูงล้าต้น (เซนติเมตร)

2. นับจำนวนใบ วัดความกว้างใบ โดยวัดบริเวณกึ่งกลางใบ ความยาวใบวัดจากโคนใบถึงปลายใบ และความสูงล้าต้นวัดจากโคนต้นจนถึงปลายใบอ่อนที่คลี่เต็มที่ ทุก 2 สัปดาห์ในระหว่างการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of variance และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan 's new multiple range test ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

สถานที่ทำการทดลอง

โรงเรือนพรรณไม้น้ำ ชั้น 5 อาคารเจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส

จากการทดลองเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบท่อ (DFT) ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 60, 70, 80 และ 90% ตามลำดับ เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าจำนวนใบในชุดการทดลองที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 60%มีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดแตกต่างกับชุดการทดลองที่มีความชื้น 70, 90 และ 80% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.083±0.419, 6.557±0.910, 5.640±0.126 และ 5.250±0.122 ใบ ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ในการศึกษาผลของความชื้นต่อการเจริญเติบโต การออกดอก การเก็บรักษาคุณภาพและการคายน้ำของพืชช่วงแสงสั้น 4 สายพันธุ์ของ Mortensen (2000) พบว่า การลดระดับความชื้นในการปลูก Chrysanthemum (cut cultivar) มีผลทำให้มีการแตกใบเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้จำนวนใบเพิ่มขึ้นถึง 2.6 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 จำนวนใบเฉลี่ยของพรรณไม้น้ำอนูเบียส ที่ปลูกในความชื้นต่างกันเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์

	ความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity)			
สัปดาห์	60%	70%	80%	90%
0	2.972±0.093^{a}	2.861±0.021^{a}	2.890±0.130^{a}	3.030±0.034^{a}
16	7.083±0.419^{c}	6.557±0.910^{bc}	5.250±0.122^{a}	5.640±0.126^{ab}

หมายเหตุ อักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ความกว้างใบเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ความกว้างใบทุกชุดการทดลองมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบแล้ว ความกว้างใบของพรรณไม้น้ำอนูเบียสที่ปลูกในชุดการทดลองที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 90% มีการเจริญเติบโตสูงที่สุดรองลงมา 70, 60 และ 80% ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.447±1.003, 2.333±0.065, 2.120±0.076 และ 1.883±0.184 เซนติเมตร (ตารางที่ 3) โดยสอดคล้องกับผลการทดลองของ Mortensen (2000) ที่ทำการทดลองศึกษาเกี่ยวกับผลของความชื้นต่อการเจริญเติบโต การออกดอก การเก็บรักษาคุณภาพ และการคายน้ำของพืชช่วงแสงสั้น 4 สายพันธุ์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การลดระดับความชื้นสัมพัทธ์จาก 660 Pa ลงมาที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 155 Pa ส่งผลต่อความกว้างใบของ Poisettia โดยความกว้างใบมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42±3 เซนติเมตร เปลี่ยนเป็น 59.2±2 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ความกว้างใบเฉลี่ยของพรรณไม้น้ำอนูเบียส ที่ปลูกในความชื้นแตกต่างกัน ระยะเวลา 16 สัปดาห์

สัปดาห์	ความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity)			
	60%	70%	80%	90%
0	1.580±0.035^{a}	1.643±0.038^{a}	1.623±0.020^{a}	1.540±0.053^{a}
2	1.603±0.019^{a}	1.673±0.022^{a}	1.610±0.023^{a}	1.590±0.040^{a}
4	1.903±0.041^{a}	1.900±0.030^{a}	1.683±0.041^{c}	1.750±0.111^{ab}
6	2.740±0.080^{b}	2.027±0.042^{a}	1.930±0.200^{a}	1.827±0.084^{a}
8	2.160±0.052^{a}	2.110±0.032^{a}	2.000±0.050^{a}	2.050±0.051^{a}
10	2.193±0.018^{bc}	2.287±0.077^{ab}	1.913±0.063^{a}	2.047±0.060^{c}
12	2.277±0.020^{ab}	2.353±0.020^{b}	2.020±0.065^{a}	2.207±0.317^{ab}
14	2.330±0.035^{c}	2.327±0.033^{c}	1.953±0.097^{a}	2.090±0.073^{b}
16	2.120±0.076^{a}	2.333±0.065^{a}	1.883±0.184^{a}	2.447±1.003^{a}

หมายเหตุ อักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4 ความยาวใบเฉลี่ยของพรรณไม้น้ำอนูเบียส ที่ปลูกในความชื้นแตกต่างกันระยะเวลา 16 สัปดาห์

สัปดาห์	ความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity)			
	60%	70%	80%	90%
0	2.370±0.022^{a}	2.577±0.048^{b}	2.533±0.025^{ab}	2.510±0.039^{ab}
2	2.330±0.019^{a}	2.660±0.038^{b}	2.620±0.053^{b}	2.510±0.046^{b}
4	2.810±0.040^{a}	2.930±0.053^{a}	2.713±0.007^{a}	2.673±0.168^{a}
6	2.860±0.015^{a}	3.097±0.060^{a}	2.827±0.098^{a}	2.790±0.146^{a}
8	3.367±0.121^{ab}	3.583±0.048^{b}	3.217±0.043^{a}	3.360±0.097^{ab}
10	3.627±0.024^{bc}	3.810±0.043^{c}	3.307±0.093^{a}	3.407±0.117^{ab}
12	3.683±0.022^{ab}	3.913±0.110^{b}	3.360±0.041^{a}	3.593±0.117^{ab}
14	3.663±0.047^{b}	3.910±0.081^{b}	3.203±0.149^{a}	3.573±0.100^{b}
16	3.423±0.061^{ab}	3.850±0.118^{b}	3.010±0.124^{a}	3.690±0.994^{a}

หมายเหตุ อักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยาวของใบพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียสเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าในชุดการทดลองที่มีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศร้อยละ 70 มีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด รองลงมาเป็นที่ร้อยละ 90, 60 และ 80 โดยมีค่าเท่ากับ 3.850±0.118, 3.690±0.994, 3.423±0.061 และ 3.010±0.124 เซนติเมตร ตามลำดับ และพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4

ความสูงของต้นพรรนไม้น้ำอนูเบียสเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าชุดการทดลองที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 70% มีการเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาเป็นความชื้นที่ระดับ 60, 90 และ 80% ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.023±0.156, 4.523±0.114, 4.367±0.140 และ 4.003±0.138 เซนติเมตร และพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 5 เช่นเดียวกับการทดลองของ Mortensen (2000) ที่ทำการทดลองศึกษาเกี่ยวกับผลของความชื้นต่อการเจริญเติบโต การออกดอก การเก็บรักษาคุณภาพ และการคายน้ำของพืชช่วงแสงสั้น 4 สายพันธุ์ จากผลการทดลองที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 660 Pa ต้น Begonia มีความสูงเฉลี่ย 13.9±0.4 เซนติเมตร แต่เมื่อลดระดับความชื้นลงมาที่ 420 Pa ต้น Begonia มีความสูงเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 14.9±0.4 เซนติเมตร

ตารางที่ 5 ความสูงต้นเฉลี่ยของพรรณไม้น้ำอนูเบียส ที่ปลูกในความชื้นที่แตกต่างกันระยะเวลา 16 สัปดาห์

	ความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity)			
สัปดาห์	60%	70%	80%	90%
0	3.597±0.053^{a}	3.827±0.034^{ab}	3.977±0.063^{b}	3.750±0.045^{ab}
2	3.577±0.021^{a}	4.003±0.045^{b}	3.937±0.025^{b}	3.773±0.066^{ab}
4	3.987±0.084^{a}	4.303±0.080^{a}	4.140±0.050^{a}	4.050±0.142^{a}
6	4.207±0.024^{a}	4.383±0.076^{a}	4.110±0.098^{a}	4.027±0.174^{a}
8	4.677±0.128^{a}	5.020±0.090^{a}	4.643±0.105^{a}	4.757±0.121^{a}
10	5.037±0.039^{bc}	5.235±0.099^{c}	4.587±0.031^{a}	4.923±0.118^{ab}
12	5.210±0.111^{ab}	5.537±0.092^{b}	4.990±0.089^{a}	5.237±0.192^{ab}
14	5.757±0.076^{b}	5.557±0.168^{ab}	5.140±0.211^{a}	5.217±0.118^{a}
16	4.523±0.114^{ab}	5.023±0.156^{b}	4.003±0.138^{a}	4.367±0.140^{a}

หมายเหตุ อักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าค่าความเขียวของใบที่วัดออกมาในรูป SPAD-Value ทุกชุดการทดลองไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบในระหว่างชุดการทดลอง พบว่าที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 55.120±0.746 ดังแสดงในตารางที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ค่าความเขียวของใบเฉลี่ยของพรรณไม้น้ำอนูเบียส ที่ปลูกในความชื้นแตกต่างกัน ระยะเวลา 16 สัปดาห์

สัปดาห์	ความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity)			
	60%	70%	80%	90%
0	31.822±0.217[a]	32.4±0.300[a]	34.453±0.153[a]	31.983±0.250[a]
16	52.953±0.495[a]	55.120±0.743[a]	53.477±0.302[a]	53.467±0.568[a]

หมายเหตุ อักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า การปลูกพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียสที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศระหว่าง 60-70% จะส่งผลดีต่อการเจริญเติบโตของอนูเบียสมากที่สุด เนื่องจากพบว่าที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 60% พรรณไม้น้ำอนูเบียสมีการแตกใบดีที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.083±0.419 ใบ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 70% พรรณไม้น้ำอนูเบียสมีความยาวใบและความสูงล้าต้นดีที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.850±0.118 เซนติเมตรและ 5.023±0.156 เซนติเมตร และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กาญจนรี พงษ์ฉวี. 2544. พรรณไม้น้ำสวยงามอีกหนึ่งความงามที่เคียงคู่ตู้ปลาสวยงาม. สำนักพิมพ์เกษตรก้าวหน้า, 14 หน้า.

ดิเรก ทองอร่าม. 2550. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน : หลักการผลิตและเทคโนโลยีการผลิตเชิงธุรกิจในประเทศไทย. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ 640

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2548. เอกสารฝึกอบรมการเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำ. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและสถานีประมงจังหวัดอ่างทอง สำนักงานประมงจังหวัดอ่างทอง กรมประมงกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วนาวรรณ จันทร์หนูหงส์. 2544. พรรณไม้น้ำในตู้กระจก. บริษัทเจเนอรัลบุ้ค จำกัด, กรุงเทพฯ. 94 หน้า.

สมเกียรติ สีสนอง. 2548. การผลิตพรรณไม้น้ำ *Ecinodotos ozelot* เพื่อการค้าด้วยการปลูกพืชไม่ใช้ดิน. วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร 36 (5-6) พิเศษ 779-781

สมบุญ เตชะภิญญารัตน์. 2548. สรีรวิทยาพืช. ภาควิชาพฤกษาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โสระยา ร่วมรังสี. 2544. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. สำนักพิมพ์เกษตรยุคใหม่, กรุงเทพฯ. 85 หน้า.

เศรษฐมันตร์ กาญจนกุล. 2551. ร้อยพรรณพฤกษา:พรรณไม้น้ำ. สำนักพิมพ์เศรษฐศิลป์, กรุงเทพฯ. 111 หน้า.

Chow, K. and T.V.Price. 1989. Biomass and flower production of winged bean in a nutrient film (NFT) hydroponic system. Plant and Soil 113:85-92.

Codarin, S., G.Galopin and G. Chasseriaux. 2006. Effect of air humidity on the growth and morphology of *Hydrangea macrophylla* L. Scientia. Horiculture 108:303-309.

Dewir, Y.H., D.Chakrabarty, M. B. Ali, E.J. Hahn and K.Y. Peak. 2005. Effects of hydroponic solution EC,substrates, PPF and nutrient scheduling on growth and photosynthetic competence during acclimatization of micropropagated *Spathiphyllum plantles*. Plant growth regulation 46:241-251.

Jie, M.S., L.W.Hong and L.M. Sang. 2009. Effects of temperature humidity and different rice growth stages on vertical migration of *Aphelenchoides basseyi*. Journal of Rice Stage Science. 23 (3):304-308.

Jongput, B., N. Laohavisuti and M. Mitrnoi. 2007. Effect of ammonium-nitrogen concentration and electrical conductivity on growth of African Swordplant (*Echinodorus africanus*) in hydroponic culture. International Conference on Integration of Sustainble Development Bangkok, Thailand 26-27:504-507.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Korner, O. and H. Challa, 2003. Process-based humidity control regime for greenhouse crops. Computers and Electronics in Agriculture 39:173-192.

Max, J. F. I., W.J. Horst., U. N. Mutwiwa and H. J. Tantau. 2009. Effects of greenhouse cooling method on growth, fruit yield and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in a tropical climate. Scientia Horticulturae 122:179-186.

Mortensen, L. M., 2000. Effects of air humidity on growth, Flowering, keeping quality and water relations of four short-day greenhouse species. Scientia Horticulturae 86:299-310.

Nhut, D.T., N.T.D. Huong and D.V. Khiem, 2003. Direct microtuber enhance growth in the acclimatization of in vitro plant of taro (*Colocasia esculenta*) using hydroponics Scientia Horicuturae 6 september 2006.

Teital, M., M. Atias and M. Barak, 2010. Gradients of temperature, humidity and CO2 along a fan-ventilated greenhouse. Biosystem Engineering I06:I66-I74.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

1. **ชื่อ** (ภาษาไทย) นายสมเกียรติ สีสนอง

   (ภาษาอังกฤษ) Mr. Somkiat Seesanong

2. **เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน** 3-3022-00247-55-1

3. **ตำแหน่งปัจจุบัน** ผู้ช่วยศาสตราจารย์

4. **หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail**

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์/โทรสาร 0-2329-8520
e-mail : ksesomki@kmitl.ac.th

5. **ประวัติการศึกษา**

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา (ตรี โท เอก และประกาศนียบัตร)	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2538	ตรี	วท.บ. (วิทยาศาสตรบัณฑิต)	ปฐพีวิทยา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย
2542	โท	วศ.ม. (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต)	วิศวกรรมชลประทาน	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย

6. **สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขา :**

   - การทำแผนที่
   - ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

7. **ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ** โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

   7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย : ---

   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

   7.3 **งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :**

เอกสารนี้มีไว้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	ปีที่พิมพ์	สถานภาพในการทำวิจัย
1. การศึกษาความเหมาะสมของการใช้ระบบสารสนเทศ-ภูมิศาสตร์ในการทำงานชลประทาน	2541	ผู้ร่วมวิจัย
2. ผลของการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำในสวนปาล์มน้ำมัน	2548	หัวหน้าโครงการ
3. การผลิตพรรณไม้น้ำ *Echinodorus ozelot* เพื่อการค้าด้วยการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน	2548	หัวหน้าโครงการ
4. เส้นโค้งลักษณะความชื้นของดินที่ปลูกปาล์มน้ำมันในจังหวัดชุมพร	2548	หัวหน้าโครงการ
5. ระดับการขังน้ำต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของพรรณไม้น้ำอเมซอนใบยาว (*Echinodorus amazonicus*)	2549	หัวหน้าโครงการ

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ :

ชื่อเรื่อง	สถานภาพในการทำวิจัย
1. การจัดการระบบการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมัน ระยะที่ 2	หัวหน้าโครงการ
2. การกระจายรากของปาล์มน้ำมันภายใต้สภาพการปลูกแบบยกร่องในพื้นที่ลุ่ม	หัวหน้าโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ (ภาษาไทย) นางนงนุช เลาหะวิสุทธิ์ (อ๋องสุวรรณ)

(ภาษาอังกฤษ) Mrs. Nongnuch Laohavisuti (Ongsuwan)

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-1014-02227-06-3

3. ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์ ระดับ 9

4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และการประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทรศัพท์/โทรสาร 0-2329-8517

e-mail : klnongnu@kmitl.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2528	ปริญญาตรี	วท.บ. (ประมง) วิทยาศาสตร์บัณฑิต	การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2530	ปริญญาโท	วท.ม. (วิทยาศาสตร์การประมง) วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต	วิทยาศาสตร์การประมง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2543	ปริญญาเอก	Doc. Tech. Sci. (Aquaculture and Aquatic Resources Management) Doctor of Technical Science	Aquaculture and Aquatic Resources Management	สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT)	ไทย

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขา :

- ปลาสวยงามและพรรณไม้น้ำ การเลี้ยงปลาและพรรณไม้น้ำแบบผสมผสาน

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย : ---

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	ปีที่พิมพ์	สถานภาพในการทำวิจัย
1. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำอะโกลนีม่า *Aglaonema simplex*.	2548	หัวหน้าโครงการ
2. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne crispatula* var. balansae) ในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน	2548	หัวหน้าโครงการ
3. สัดส่วนของแอมโมเนียมต่อไนเตรทและความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne crispatula* var. balansae)	2548	หัวหน้าโครงการ
4. ผลของความยาวคลื่นต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำกลุ่ม Rosette plant	2549	หัวหน้าโครงการ
5. การร่งสีปลาทองโดยใช้สารสีจากธรรมชาติ	2549	หัวหน้าโครงการ
6. การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของพรรณไม้น้ำลานไพลินต่อรังสียูวี	2549	หัวหน้าโครงการ

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ :

ชื่อเรื่อง	สถานภาพในการทำวิจัย
1. การขยายพันธุ์และการผลิตพรรณไม้น้ำกลุ่มอนูเบียส *Anubias sp.* แบบไร้ดินเพื่อการส่งออก	หัวหน้าโครงการ
2. เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหลเพื่อการอนุรักษ์สายพันธุ์	หัวหน้าโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ (ภาษาไทย) นายอิทธิสุนทร นันทกิจ

(ภาษาอังกฤษ) Mr.Itthisuntorn Nuntagij

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-1017-00019-62-1

3. ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์ ระดับ 9

4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทรศัพท์/โทรสาร 0-2329-8520

e-mail : knitthis@kmitl.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา (ตรี โท เอก และประกาศนียบัตร	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2519	ตรี	วท.บ. (วิทยาศาสตรบัณฑิต)	ปฐพีวิทยา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2522	โท	วท.ม. (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต)	ปฐพีวิทยา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2532	เอก	Dr.de l'INP	Agriculture	Institute National Polytechnique	France

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขา :

- การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน และการให้น้ำ

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย : ---

7.4 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.5 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	ปีที่พิมพ์	สถานภาพในการทำวิจัย
1. การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เก็บข้อมูลทางภูมิศาสตร์โดยอัตโนมัติเพื่อประเมินค่าการใช้น้ำ	2537	หัวหน้าโครงการ
2. การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการควบคุมสภาพแวดล้อมในบ่ออนุบาลโรคกุ้งกุลาดำ	2540	หัวหน้าโครงการ
3. การพัฒนาระบบการให้น้ำและปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพสำหรับสวนทุเรียน	2543	หัวหน้าโครงการ

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ :

ชื่อเรื่อง	สถานภาพในการทำวิจัย
1. Hillside Darming System and Management Project	ผู้ร่วมวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้