

ผลของระบบปลูกพืชไร้ดินแบบ Deep Flow Technique แนวตั้งต่อผลผลิตร็อกเกตสลัด (*Eruca versicaria* L.) และพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส (*Anubias* sp.)

EFFECT OF VERTICAL DEEP FLOW TECHNIQUE ON YIELD OF ROCKET (*ERUCA VERSICARIA* L.) AND AQUATIC PLANT (*ANUBIAS* SP.)



T132347



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 132347
วัน,เดือน,ปี..1.7..ค.ค..2557

b. ๗๒๖๑๙๙๘
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2557

KMITL-2014-AG-M-065-159

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**EFFECT OF VERTICAL DEEP FLOW TECHNIQUE ON YIELD OF
ROCKET (*ERUCA VERSICARIA* L.) AND AQUATIC PLANT (*ANUBIAS* SP.)**



NUTTAVICH COTCHAKEAW

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN AGRICULTURE
FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2014

KMITL-2014-AG-M-065-159

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2014

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของระบบปลูกพืชไร้ดินแบบ Deep Flow Technique แนวตั้งต่อผลผลิตร็อกเกตสลัด (*Eruca versicaria* L.) และพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส (*Anubias* sp.)
Effect of Vertical Deep Flow Technique on Yield of Rocket (*Eruca versicaria* L.) and Aquatic Plant (*Anubias* sp.)

นักศึกษา นายณัฐวิษัช คชแก้ว




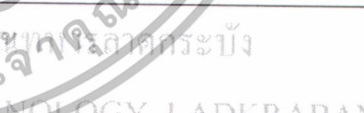

รหัสประจำตัว 55641106

ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา เกษตรศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.ดร.นงนุช เกาหะวิสุทธิ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.อภิศักดิ์	โพธิ์ปิ่น	
รศ.ดร.สุเม	อริยุนารถ	
รศ.ดร.อิทธิสุนทร	นันทกิจ	
รศ.ดร.นงนุช	เกาหะวิสุทธิ์	
ผศ.ดร.พรหมมาศ	คูหากาญจน์	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 29 เมษายน 2557

สถานที่สอบ ณ ห้อง A208 (ชั้น 2 อาคารเจ้าคุณทหาร)

คณบดีรับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

วันที่ 1.6.57 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของระบบปลูกพืชไร้ดินแบบ DFT แนวตั้ง
ต่อผลผลิตร็อกเกตสลัด (*Eruca versicaria* L.)
และพรรณไม้้ำาสกุลอนุเบียส (*Anubias* sp.)

ชื่อนักศึกษา

นายณัฐวิรัช คชแก้ว

รหัสประจำตัว

55641106

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

เกษตรศาสตร์

พ.ศ.

2557

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร. อธิวิสุนทร นันทกิจ

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

รองศาสตราจารย์ ดร. นงนุช เกาหะวิสุทธิ์

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและการเพิ่มปริมาณผลผลิตของ ร็อกเกตสลัด (*Eruca versicaria* L.) และพรรณไม้้ำาสกุลอนุเบียส (*Anubias* sp.) โดยการปลูกด้วย ระบบ DFT (Deep Flow Technique) แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของ ระบบปลูกพืชไร้ดินแบบ DFT แนวตั้งต่อผลผลิตของร็อกเกตสลัด (*Eruca versicaria* L.) ด้วยการ เพิ่มชั้นปลูกในระบบการปลูกแบบ DFT มี 2 รูปแบบ คือ 1.แบบสี่เหลี่ยม โครงสร้างแบบท่อ PCV 2 นิ้ว เรียงซ้อนกันเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม 4 ชั้นละ 8 ท่อรวมทั้งหมด 32 ท่อ 2.แบบสามเหลี่ยม โครงสร้างแบบท่อ PVC 2 นิ้ว เรียงซ้อนกันเป็นรูปสามเหลี่ยมสองรูปจำนวน 4 ชั้น ชั้นล่างมี ทั้งหมด 8 ท่อ ชั้นบนสุดมี 2 ท่อ โดยมีขนาดแต่ละโครงสร้างเท่ากับ 1 x 4 x 1.6 เมตร ทำการเก็บ ข้อมูลที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของร็อกเกตสลัดได้แก่ ความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างและความ ยาวใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และ น้ำหนักต้นสดต่อถ้วยปลูก (3 ต้น/ถ้วย) ผลการทดลองพบว่า แบบ สี่เหลี่ยมในชั้นบนสุดมีน้ำหนักต้นสด/ถ้วย สูงที่สุด คือ 7.51 กรัม ส่วนชั้นที่ 3-1 ปริมาณผลผลิตจะ ลดลงมาก เนื่องจากต้นมีขนาดเล็กไม่สามารถนำไปจำหน่ายได้ มีน้ำหนักสดเท่ากับ 2.19, 1.33 และ 1.19 กรัม/ถ้วย ตามลำดับและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนแบบ สามเหลี่ยม พบว่ามีการกระจายแสงได้ดีกว่า โดยชั้นบนสุดมีค่าน้ำหนักต้นสดต่อถ้วยปลูก สูงที่สุด คือ 6.4 กรัม รองลงมาคือชั้น ที่ 3 2 และ 1 โดยมีน้ำหนักต้นสด/ถ้วยเท่ากับ 4.9, 3.7 และ 3 กรัม/ ถ้วย ตามลำดับและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ซึ่งชั้นที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบ ผลผลิตรวมทั้งสองระบบที่มีน้ำหนักมากกว่า 3 กรัม/ถ้วย พบว่าโครงสร้างแบบสี่เหลี่ยมชั้นบนสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้ผลผลิต 1923.1 กรัม ส่วนโครงสร้างสามเหลี่ยมรวมชั้น4-2 จะได้ผลผลิตรวม 1639.1 กรัม ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าการปลูกหรือเกษตรตัดไม่สามารถปลูกได้มากกว่า 1 ชั้น

การทดลองที่ 2 ศึกษาการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียสที่ปลูกด้วยระบบ DFT แนวตั้ง (โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยมและโครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม) และเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส ในระบบปลูกแบบดั้งเดิมที่ปลูกด้วยระบบทราย เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า การเจริญเติบโตของ *A.barteri* "broad leaf" ที่ปลูกในระบบทรายมีการเจริญเติบโตดีที่สุด ($P < 0.05$) โดยมีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้น 8.21 กรัม ความกว้างใบ 2.85 เซนติเมตร ความยาวใบ 4.33 เซนติเมตร ความหนาใบ 0.54 มิลลิเมตร ความสูงต้น 6.73 เซนติเมตร และความเขียวใบ 62.74 แต่จำนวนใบต่อต้นที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยโครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม และระบบทราย มีจำนวนใบต่อต้นเท่ากับ 8.86, 9.00 และ 9.11 ใบต่อต้นตามลำดับ พบว่า ระบบ DFT ทั้งสองรูปแบบ มีประสิทธิภาพดีโดยสามารถเพิ่มพื้นที่ในการผลิตได้มาก และในรูปแบบโครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยมสามารถให้ผลผลิตขึ้นถึง 4 เท่า จึงเป็นระบบปลูกแบบไร้ดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส (*Anubias* sp.)



Thesis Title	Effect of Vertical DFT on yield of rocket (<i>Eruca versicaria</i> L.) and aquatic plant (<i>Anubias</i> sp.)
Student	Mr. Nuttavich cotchakeaw
Student ID.	55641106
Degree	Master of Science in Agriculture
Program	Agriculture
Year	2014
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Itthisunthorn Nuntagij
Thesis Co Advisor	Assoc. Prof. Dr. Nongnuch Laohavisuti

Abstract

The objectives of this experiments were study of the growth and the productivity increase of Rockets salad (*Eruca versicaria* L.) and aquatic plants, *Anubias* sp. in DFT (Deep Flow Technique) vertical hydroponics system. Two experiments were designed, firstly to compare rocket salad production systems under prototypes of DFT vertical hydroponics. The DFT systems were designed as follows: 1. Rectangular structure was the assembled eight 2 inch diameters PVC tubes into four layers, total of 32 tubes and 2. a triangle structure had the similar size of PVC pipe stacked into two triangles, having layers with eight pipes at the bottom and two pipes at the top. Each structure had the volume of $1 \times 4 \times 1.6 \text{ m}^3$. The growth parameters of the rocket salad such as plant height, leaves number, leaf width and length, leaf thickness, chlorophyll content and fresh weight per pot (3plants/pot) were collected. The results showed that the top layer of the rectangular structure had the highest fresh weight of 7.51 gm/pot followed by a sharply decreased in production growth of the 1st– 3rd layers due to dwarf and unmarketable plants having fresh weight at 2.19, 1.33, and 1.19 gm/pot, respectively and there were a statistically different among treatments ($p < 0.05$). There was a better light distribution in the triangular prototype, and the top layer of the rectangular structure had the statistically highest fresh weight of 6.4 gm/pot followed by the 2nd, 3rd and 4th layer (4.9, 3.7 and 3 gm/pot, respectively) and showed statistically different among treatments. When the yield of two

prototype systems having more than 3 gm/pot was compared, the weight yield from the top layer of the rectangular structure was 1923.1 gm and the one from the second prototype including the 2nd – 4th layer was 1639.1 gm. The result of this study suggested that the growing of rocket salad under DFT technique should not have more than one layer.

The second experiment were design to study the DFT vertical hydroponic system (triangle structure and rectangular structure) and traditional cultivation system (planted with sand) 16 weeks. The results showed that best growth of *A.barteri* "Broad leaf" was derived from traditional cultivation system ($p < 0.05$). The average fresh weight/plant was 8.21 gram, leaf width 2.85 centimeter, leaf length 4.33 centimeter, leaf thickness 0.54 millimeter, plant height 6.73 centimeter and chlorophyll concentration. However, the results indicated that there was no significantly difference among number of leaves/plant ($p > 0.05$) were obtained from rectangular structure, triangle structure and traditional cultivation system 8.86, 9.00 and 9.11, respectively. The study suggested that DFT 2 prototype of vertical hydroponic system was efficient and increased production and especially the rectangular structure could production up to 4 times. Therefore, it is suitable for growing *Anubias* sp.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ ด้วยความกรุณาและคำปรึกษาอย่างสูง ในการออกแบบงานวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำวิทยานิพนธ์จาก รองศาสตราจารย์ ดร. อิทธิสุนทร นันทกิจ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. นงนุช เลาหะวิสุทธิ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม รวมทั้งคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และคณาจารย์จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ ข้อชี้แนะ สนับสนุน ส่งเสริม และให้กำลังใจ แก่ผู้วิจัยจนสามารถดำเนินการจนเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

กราบขอบคุณ รศ.ดร. สุเม อริญารด ซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำ ในการแก้ไขวิทยานิพนธ์โดยละเอียด และกรุณาสละเวลามาสอบวิทยานิพนธ์

กราบขอบคุณ รศ.ดร. อภิศักดิ์ โพธิ์ปิ่น และผศ.ดร. พรหมมาศ กุหากาญจน์ ที่กรุณาสละเวลามาสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำในการแก้ไขวิทยานิพนธ์

กราบขอบคุณ ผศ. สมเกียรติ สีสนอง ที่คอยให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทาง พร้อมทั้งให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

กราบขอบคุณ คณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ คำปรึกษาในด้านการเรียน และการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณ คุณปริดาพร คุณที, คุณสุรภี ประชุมพล, คุณคารารัตน์ ทิมทอง, คุณสุวพิชญ์ อมรชินวิวัฒน์, คุณนภาพร จิตศรีทธา, คุณพรชัย สุ่มเมาและน้องๆ สาขาวิชาพืชสวนทุกท่าน ที่คอยให้ความช่วยเหลือและกำลังใจที่ดีเสมอมาจนประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้ทุกท่าน

ขอขอบคุณน้องๆสาขาวิทยาศาสตร์การประมง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้และกำลังใจที่ดีเสมอมา จนประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ น้องชาย และญาติพี่น้องทุกคนที่เป็นกำลังใจ และสนับสนุนในทุกๆ เรื่องแก่ผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา

ณัฐวิชัย กชแก้ว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 นิยามและความหมาย.....	4
2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้.....	16
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ.....	20
3.1 การทดลองที่ 1 ผลของระบบปลูกพืชไร้ดินแบบ DFT แนวตั้งต่อผลผลิตร็อกเกตสลัด (<i>Eruca versicaria sativa</i> L.).....	20
3.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาการเจริญเติบโตของพรรณไม้สกุลอนูเบียส (<i>Anubias</i> sp.) ที่ปลูกด้วยระบบ DFT แนวตั้งและเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้สกุลอนูเบียส (<i>Anubias</i> sp.) ที่ปลูกด้วยระบบทราย.....	24
3.4 สถานที่ทำการวิจัย.....	26
3.5 ระยะเวลาในการทำวิจัย.....	26

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	27
4.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของระบบปลูกพืชไร้ดินแบบ DFT แนวตั้งต่อ ผลผลิตร็อกเกตสลัด (<i>Eruca versicaria</i> L.).....	27
4.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาการเจริญเติบโตของพรรณไม้ น้ำสกุลอนูเบียส (<i>Anubias</i> sp.) ที่ปลูกด้วยระบบ DFT แนวตั้งและเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของ พรรณไม้ น้ำสกุลอนูเบียส (<i>Anubias</i> sp.) ที่ปลูกด้วยระบบทราย.....	31
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	38
บรรณานุกรม.....	40
ภาคผนวก.....	45
ภาคผนวก ก. สารละลายธาตุอาหาร.....	46
ภาคผนวก ข. การเจริญเติบโตของพรรณไม้ น้ำสกุลอนูเบียส (<i>Anubias</i> sp.).....	48
ภาคผนวก ค. ภาพการเจริญเติบโตของร็อกเกตสลัด (<i>Eruca versicaria</i> L.) และ พรรณไม้ น้ำสกุลอนูเบียส (<i>Anubiassp.</i>).....	60
ประวัติผู้เขียน.....	65

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงปริมาณการนำเข้าพรรณไม้น้ำของประเทศต่างๆ.....	8
2.2 แสดงปริมาณการส่งออกข้าพรรณไม้น้ำของประเทศต่างๆ.....	9
4.1 แสดงการเจริญเติบโตของร็อกเกตสลัดของโครงสร้างแบบสี่เหลี่ยมระหว่างแถว แนวตั้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง.....	29
4.2 แสดงการเจริญเติบโตของร็อกเกตสลัดของโครงสร้างแบบสามเหลี่ยมระหว่างชั้น ปลูกเมื่อสิ้นสุดการทดลอง.....	29
4.3 แสดงการเจริญเติบโตของร็อกเกตสลัดในโครงสร้างแบบสามเหลี่ยม เมื่อสิ้นสุดการ ทดลอง.....	30
4.4 การเจริญเติบโตของต้น <i>A. barteri</i> "broad leaf" ในระบบปลูก DFT โครงสร้างรูปทรง สี่เหลี่ยม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง.....	32
4.5 การเจริญเติบโตของต้น <i>A. barteri</i> "broad leaf" ในระบบปลูก DFT โครงสร้างรูปทรง สามเหลี่ยม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง.....	33
4.6 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของของต้น <i>A. barteri</i> "broad leaf" ในระบบปลูก DFT แนวนอน 4 ชั้น โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม และระบบ ทราบเมื่อสิ้นสุดการทดลอง.....	34
4.7 ค่าลงทุนการผลิตพรรณไม้น้ำสกุลอนุเบียส ระบบปลูก DFT แบบ โครงสร้างรูปทรง สี่เหลี่ยมและ โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม.....	37
ก.1 องค์ประกอบสารละลายธาตุอาหารพืชที่ใช้สูตร KMITL2 ปริมาตร 20 ลิตร.....	45
ข.1 ความกว้างใบ (เซนติเมตร/ใบ) ของต้น <i>A. barteri</i> "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	49
ข.2 ความยาวใบ (เซนติเมตร/ใบ) ของต้น <i>A. barteri</i> "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	50
ข.3 ความหนาใบ (มิลลิเมตร/ใบ) ของต้น <i>A. barteri</i> "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	51
ข.4 ความสูงต้น (เซนติเมตร/ต้น) ของต้น <i>A. barteri</i> "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	52
ข.5 จำนวนใบ (ใบ/ต้น) ของต้น <i>A. barteri</i> "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้าง รูปทรงสี่เหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข.6 ความกว้างใบ (เซนติเมตร/ใบ) ของต้น <i>A. barteri</i> “broad leaf” ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	54
ข.7 ความยาวใบ (เซนติเมตร/ใบ) ของต้น <i>A. barteri</i> “broad leaf” ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	55
ข.8 ความหนาใบ (มิลลิเมตร/ใบ) ของต้น <i>A. barteri</i> “broad leaf” ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	56
ข.9 ความสูง (เซนติเมตร/ต้น) ของต้น <i>A. barteri</i> “broad leaf” ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	57
ข.10 จำนวนใบ (ใบ/ต้น) ของต้น <i>A. barteri</i> “broad leaf” ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	58
ข.11 การเจริญเติบโตของต้น <i>A. Barteri</i> “broad leaf” ในระบบปลูกทราย ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	59
ข.12 ผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่ (กรัม/ตารางเมตร) ของต้น <i>A. Barteri</i> “broad leaf” ที่ปลูกใน DFT โครงสร้างรูปแบบทรงสี่เหลี่ยมและรูปแบบทรงสามเหลี่ยมและระบบปลูกทราย ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	59
ข.13 จำนวนต้นเฉลี่ยต่อพื้นที่ (ต้น/ตารางเมตร) ของต้น <i>A. Barteri</i> “broad leaf” ที่ปลูกใน DFT โครงสร้างรูปแบบทรงสี่เหลี่ยมและรูปแบบทรงสามเหลี่ยมและระบบปลูกทราย ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	59

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ผักสลัดชนิดต่างๆที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน.....	5
2.2 ผักสลัดร็อกเกต (A) ปลุกด้วยระบบ DFT แบบท่อ PVC (B) ปลุกด้วยระบบ DRFT แบบถาด โฟม.....	6
2.3 พรรณ ไม้ น้ำอุนเบียด (<i>Anubias</i> sp.) ที่ประดับอยู่ในตู้ปลาสวยงาม.....	10
2.4 ระบบ Nutrient film technique (NFT).....	11
2.5 ระบบ Deep Flow Technique (DFT).....	12
2.6 ระบบ sand culture.....	12
2.7 ระบบ floating system.....	13
3.1 โรงเรือนชั้น 5 อาคารเจ้าคุณทหาร.....	21
3.2 ระบบ DFT ท่อ PVC โครงสร้างที่ 1 รูปทรงสี่เหลี่ยม.....	22
3.3 ระบบ DFT ท่อ PVC โครงสร้างที่ 2 รูปทรงสามเหลี่ยม.....	23
3.4 โรงเรือนที่ใช้ปลูกพรรณไม้ น้ำอุนเบียด.....	25
3.5 เครื่องพ่นหมอก.....	25
4.1 การเจริญเติบโตของร็อกเกตสลัด ในระบบ DFT รูปแบบโครงสร้างที่ 1 ทรงสี่เหลี่ยม..	28
4.2 การเจริญเติบโตของร็อกเกตสลัด ในระบบ DFT รูปแบบ โครงสร้างที่ 2 ทรง สามเหลี่ยม.....	28
4.3 การเจริญเติบโตของต้น <i>A. barteri</i> "broad leaf" ในระบบปลูก DFT โครงสร้างรูปทรง สี่เหลี่ยม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง.....	31
4.4 การเจริญเติบโตของต้น <i>A. barteri</i> "broad leaf" ในระบบปลูก DFT โครงสร้างรูปทรง สี่เหลี่ยมเมื่อสิ้นสุดการทดลอง.....	32
4.5 อุณหภูมิภายใน โรงเรือนช่วงเวลากลางวันและกลางคืนของบริษัท ไร่ที่แคเรน ประเทศ ไทยจำกัด 17 พฤษภาคม – 31 สิงหาคม 2556.....	34
4.6 ความชื้นสัมพัทธ์ภายใน โรงเรือนช่วงเวลากลางวันและกลางคืน ของบริษัท ไร่ที่แคเรน ประเทศไทยจำกัด 17 พฤษภาคม – 31 สิงหาคม 2556.....	34
4.7 อุณหภูมิของอากาศนอกโรงเรือนช่วงเวลากลางวันและกลางคืน ของบริษัท ไร่ที่แคเรน ประเทศไทยจำกัด 17 พฤษภาคม – 31 สิงหาคม 2556.....	35

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ข.1 ความกว้างใบ (เช่นติเมตร/ใบ) ของต้น <i>A. barteri</i> “broad leaf” ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	49
ข.2 ความยาวใบ (เช่นติเมตร/ใบ) ของต้น <i>A. barteri</i> “broad leaf” ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	50
ข.3 ความหนาใบ (มิลลิเมตร/ใบ) ของต้น <i>A. barteri</i> “broad leaf” ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	51
ข.4 ความสูงต้นใบ (เช่นติเมตร/ต้น) ของต้น <i>A. barteri</i> “broad leaf” ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	52
ข.5 จำนวนใบ (ใบ/ต้น) ของต้น <i>A. barteri</i> “broad leaf” ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	53
ข.6 ความกว้างใบ (เช่นติเมตร/ใบ) ของต้น <i>A. barteri</i> “broad leaf” ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	54
ข.7 ความยาวใบ (เช่นติเมตร/ใบ) ของต้น <i>A. barteri</i> “broad leaf” ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	55
ข.8 ความหนาใบ (มิลลิเมตร/ใบ) ของต้น <i>A. barteri</i> “broad leaf” ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	56
ข.9 ความสูงต้นใบ (เช่นติเมตร/ต้น) ของต้น <i>A. barteri</i> “broad leaf” ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	57
ข.10 จำนวนใบ (ใบ/ต้น) ของต้น <i>A. barteri</i> “broad leaf” ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์.....	58
ค.1 การเจริญเติบโตของต้นร็อกเกตสลัด.....	61
ค.2 การเจริญเติบโตของร็อกเกตสลัดในโครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยมและ โครงสร้างรูปทรง สามเหลี่ยม.....	61
ค.3 ต้นกล้าอนุเบียส.....	62
ค.4 การเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอนุเบียส ที่ปลูกในระบบทราย.....	62
ค.5 การเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอนุเบียส ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรง สี่เหลี่ยม.....	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ค.6 การเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอณูเบียมส ที่ปลูกในระบบ DFT.....	63
ค.7 การวัดความเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอณูเบียมส ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยมและ โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม.....	64



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ปัจจุบันสินค้าด้านการเกษตรมีการแข่งขันที่สูง ผลผลิตที่เป็นที่ต้องการของตลาดควรมีความสามารถในการแข่งขัน จะต้องเป็นผลผลิตที่ดีมีคุณภาพ และมีความปลอดภัยอยู่ในระดับมาตรฐาน ดังนั้นการผลิตพืชผลทางการเกษตรภายใต้สภาพโรงเรือนจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นเนื่องจากสามารถป้องกันความเสียหายจากสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ ป้องกันพืชจากการทำลายของสัตว์แมลงศัตรู และโรคสามารถกำหนดทิศทางวางแผนการผลิตหรือเร่งการผลิต การออกผล และปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับพืชที่ปลูกได้ ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตพืชภายใต้สภาพโรงเรือนได้ถูกใช้กันอย่างแพร่หลาย (ชูชาติ ศัทธทรัพย์, 2550) ซึ่งในประเทศไทย การลงทุนสร้างโรงเรือนที่ใช้ในการปลูกพืชในแต่ละครั้งต้องใช้งบลงทุนจำนวนมากในการสร้าง และพื้นที่ใช้สอยในการปลูกพืชภายในโรงเรือนมีอย่างจำกัด

ร็อกเกตสลัด มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Eruca versicaria* L. เป็นพืชผักที่อยู่ในตระกูลกะหล่ำ (Brassicaceae) เป็นพืชผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูง มีวิตามินซีที่สูง ให้แคลอรีต่ำ มีสารกลูโคซิโนเลท (Filippo *et al.* 2008) เป็นที่กระตุ้นและควบคุมการทำงานของเอนไซม์ ล้างพิษในตับช่วยกำจัดของเสียออกจากระบบ ยังมีศักยภาพในการต่อต้านมะเร็งที่สำคัญ (Matthew *et al.* 2012) และยังมีราคาโดยเฉลี่ยประมาณ 100 บาทต่อกิโลกรัม อายุการเก็บเกี่ยวเพียง 20-25 วัน เป็นพืชที่อายุสั้น และมีราคาแพง เป็นผักสลัดที่โตเร็ว และตลาดยังกว้าง จึงเป็นพืชที่น่าสนใจ เหมาะแก่การส่งเสริมในเชิงพาณิชย์

พรรณ ไม้ น้ำ สว ย ง า ม เป็น ธุรกิจ ที่ ใ้ รับ ความ นิ ย ม เป็น อย่าง มาก ใน หมู่ นั ก เ ล่ น ปร ล า สว ย ง า ม เนื่องจากพรรณ ไม้ น้ำ เป็น พืช เศรษฐกิจ ที่ มีการ ขยาย ตัว เพิ่ม มาก ขึ้น ทั้ง ใน ประเทศ และ ต่าง ประเทศ ส่วน ใหญ่ พรรณ ไม้ น้ำ สว ย ง า ม ที่ นำ มา จัด ใน ตู้ มั ก มี สี สัน สด สี แปร ล ก ตา เพราะ ความ หลาก หลาย ของ ชนิด ที่ แตก ต่าง กัน พรรณ ไม้ น้ำ สว ย ง า ม ยัง มี ประ โยชน์ ต่อ คุณ ภาพ น้ำ และ ดำรง ชีวิต ของ ปลา ใน ตู้ ด้วย พรรณ ไม้ น้ำ กลุ่ม อนูเบียส *Anubias* sp. เป็น พรรณ ไม้ น้ำ ที่ สว ย ง า ม อี ก ชนิด หนึ่ง ที่ มี ความ ต้องการ ใน ตลาด เพราะ เป็น พรรณ ไม้ น้ำ ที่ ดูแล รั ก ข ง่าย เนื่องจาก มี ความ ทน ทาน สามารถ อยู่ ได้ ใน น้ำ ได้ ยาว นาน และ มี การ เจริญ เติบ โต ช้า นิยม ปลูก กลาง ตู้ และ ฉาก หลัง ของ ตู้ จาก ลักษณะ ดัง กล่าว ทำ ให้ ต้น อนูเบียส เป็น ที่ นิยม ของ ตลาด และมี มูลค่า การ ส่ง ออก สูง ซึ่ง จะ พบ ว่า การ ส่ง ออก พรรณ ไม้ น้ำ ในปี 2547 มี ปริมาณ การ ส่ง ออก อนูเบียส เป็น อันดับ สาม รอง จาก สาหร่าย คาบ อม บา และ เคน ซ่า แต่ ในปี 2550 ชนิด พรรณ ไม้ น้ำ ที่ มีการ ส่ง ออก มาก ที่ สุด ได้ แก่ อนูเบียส มี สัดส่วน การ ส่ง ออก คิด เป็น เอกสาร นี้ เป็น เอกสาร ที่ สว น ไว้ สำหรับ การ ใ้ งาน เพื่อ การ ศึกษา เท่านั้น ไม่ อนุญาติ ให้ นำ ไป ใ้ ประ โยชน์ ด้าน การ คำ ใ้ ไม่ว่า ภา รณี ใ้ ใด ทั้ หั ง สัน อี ก ทั้ หั ม มี ให้ ตัด แปร ง เนื่อ หา และ ต้อง อ้าง อิง ถึง เจ้า ของ เอกสาร ทุก ครั้ง ที่ มีการ นำ ไป ใ้

ร้อยละ 16.85 ของมูลค่ารวมพรรณไม้ใหม่ที่ส่งออกทั้งหมด (กรมวิชาการเกษตร. 2550) จะเห็นได้ว่าการส่งออกอนุเบียสมีสัดส่วนการส่งออกเพิ่มสูงขึ้น จากข้อมูลดังกล่าวของกรมวิชาการเกษตร จะเห็นได้ว่าตลาดทางด้านพรรณไม้ไม้อ่างมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นการศึกษาการผลิตพรรณไม้ใหม่ เพื่อหากระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพและได้มาตรฐาน ก็เป็นการเพิ่มมูลค่าการส่งออก และเป็นการเพิ่มโอกาสในการแข่งขันในตลาดส่งออกมากขึ้นอีกด้วย

การศึกษาความเป็นไปได้ของระบบปลูกในแนวตั้งที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของร็อกเกตสลัดและพรรณไม้ใหม่สกุลอนุเบียส (*Anubias* sp.) โดยใช้ระบบปลูกในแนวตั้งที่เหมาะสมมาเปรียบเทียบกับระบบปลูกพืชแบบไร้ดินที่เกษตรกรปลูกอยู่ทั่วไป เพื่อเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นและลดต้นทุนการผลิต จึงนำไปใช้เพาะเลี้ยงพรรณไม้ใหม่เชิงพาณิชย์ และยังเป็น การขยายผลผลิตที่มีมาตรฐานและคุณภาพสูง ทำให้เพิ่มมูลค่าการส่งออกของประเทศ

ดังนั้นการศึกษารุ่นนี้เพื่อที่จะมุ่งเน้น ศึกษากระบวนการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินในสภาพโรงเรือนในระบบ DFT ในแนวสูงเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการใช้สอย ในการปลูกพืช และสามารถเปรียบเทียบกับระบบปลูกพืชแบบดั้งเดิม หรือระบบปลูกไร้ดินที่เกษตรกรปลูกอยู่ทั่วไปตลอดจนการเพิ่มปริมาณการผลิตและคุณภาพของผลผลิตให้สูงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อศึกษาการเพิ่มพื้นที่ปลูกของระบบปลูก DFT แนวตั้ง ของผักสลัดร็อกเกต และพรรณไม้ใหม่สกุลอนุเบียส
- 1.2.2 เพื่อศึกษาผลของการบังแสงของระบบ DFT แนวตั้งต่อการเจริญเติบโตของร็อกเกตสลัดและพรรณไม้ใหม่สกุลอนุเบียส
- 1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้ใหม่สกุลอนุเบียสในระบบปลูก DFT แนวตั้งกับระบบปลูกดั้งเดิมในฟาร์มเกษตรกร

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาความเป็นไปได้ของการเพิ่มพื้นที่ปลูกด้วยระบบ DFT ที่ปลูกในแนวตั้งในสภาพโรงเรือน เพื่อใช้พื้นที่ที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และศึกษาความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดร็อกเกต (*Eruca versicaria* L.) และ พรรณไม้ใหม่สกุลอนุเบียส (*Anubias* sp.) และนำมาเปรียบเทียบกับระบบปลูกพืชแบบดั้งเดิม และระบบปลูกไร้ดินที่เกษตรกรปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบวิธีที่สามารถเพิ่มผลผลิตของรีดอกเตสสไลด์และพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียสที่ปลูกในระบบ DFT แนวตั้ง

1.4.2 สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยี และเผยแพร่ความรู้ด้านการจัดระบบปลูกพืชไร้ดินในแนวตั้ง เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการปลูกพืช ด้วยระบบ DFT แก่เกษตรกรและผู้สนใจ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 นิยามและความหมาย

2.1.1 ผักสลัด

พืชผักเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของมนุษย์ เป็นแหล่งสำคัญของพลังงาน ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย เยื่อใย วิตามิน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน กรดอะมิโน และเกลือแร่ พืชผักยังมีคุณสมบัติช่วยในระบบการย่อยอาหารของร่างกาย ลดสภาพความเป็นกรด ช่วยในระบบขับถ่ายของร่างกายให้เป็นไปอย่างปกติ ลดการเป็นโรคลำไส้ปวดบวม และมะเร็งลำไส้ใหญ่ อีกทั้งยังอาจมีผลต่อการลดปริมาณคลอเลสเตอรอล ช่วยลดความอ้วนและป้องกันการเป็นโรคลำไส้ติ่งอักเสบ (สมภพ จิตะวสันต์, 2537) จะเห็นได้ว่าพืชผักนั้นมีคุณค่าทางโภชนาการมากมาย และคนเรานั้นก็รู้จักกินผักมาตั้งแต่ยุคดึกดำบรรพ์ วิธีการปรุงแต่งผักให้เป็นอาหารอีกประเภทหนึ่งที่เรียกว่า สลัด นั้นมิใช่มีเพียงแต่กลุ่มชนชาวยุโรปเท่านั้น ชาวเอเชียและคนในส่วนอื่นๆของโลกก็มีวิธีการปรุงแต่งผักให้คล้ายคลึงกับอาหารจานที่เรามักเรียกกันว่าสลัดนี้ด้วย เพียงแต่จะเรียกต่างกันออกไป เช่น ในประเทศไทย ก็มีอาหารคล้ายกับสลัด คนไทยเรียกว่า ยำ หรือ ส้มตำ (ประมวล โกมารทัต, 2547) ซึ่งราชบัณฑิตยสถานได้ให้คำนิยามคำว่า สลัด ว่าหมายถึง ชื่ออย่างชนิดหนึ่งตามแบบชาวตะวันตก ประกอบไปด้วยผักสดหลายชนิด เช่น ผักกาดหอม หอมหัวใหญ่ มะเขือเทศ แตงกวา เป็นหลัก และอาจมีเนื้อสัตว์หรือไข่ด้วย ราดด้วยน้ำปรุงรสที่เรียกว่า น้ำสลัด ซึ่งสลัดเองก็มีหลายชนิด เช่น สลัดผัก สลัดเนื้อสัตว์ สลัดแขก ในปัจจุบัน คนไทยนิยมรับประทานสลัดตามแบบชาวตะวันตกกันมาก

ผักสลัดที่รู้จักและเป็นที่นิยมรับประทาน ในปัจจุบันมีอยู่หลายชนิด (ภาพที่ 2.1) เช่น ผักกาดหอม (*Lactuca sativa*) มีคุณค่าทางโภชนาการ คือ ประกอบด้วยวิตามินบี วิตามินซี เบต้าแคโรทีน และลูทีน (lutein) มียาง (latex) ชื่อ แลคตุคาเรียม (*lactucarium*) ซึ่งมีระดับสูงมากขณะออกดอก

ผักสลัดเรดคอรอล (Red Coral) เป็นผักคล้ายเรดโอ๊ค ใบมีสีเขียวอมแดง หวานกรอบกว่าเรดโอ๊ค มีกากใยอาหารมาก โดยกากใยพวกนี้จะช่วยล้างผนังลำไส้ กำจัดพวกไขมันและอนุโมลอิสระที่เกาะตามผนังลำไส้ อันเป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็งในลำไส้ได้ ส่วนใหญ่จะทานสด ทำเป็นสลัด เป็นเครื่องเคียงในยำ ทานคู่กับแฮมเนื้อก็ได้

ผักสลัดเรดโอ๊ค (Red Oak) เป็นผักตระกูลสลัดใบมีสีแดงเข้มและเขียวเข้มแล้วแต่สายพันธุ์ มีกากใยอาหารมากช่วยล้างผนังลำไส้ กำจัดพวกไขมันและอนุโมลอิสระอันเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งในลำไส้ได้ส่วนใหญ่จะทานสด ทำเป็นสลัด เป็นเครื่องเคียงในยำ ทานคู่กับแฮมเนื้อจะ

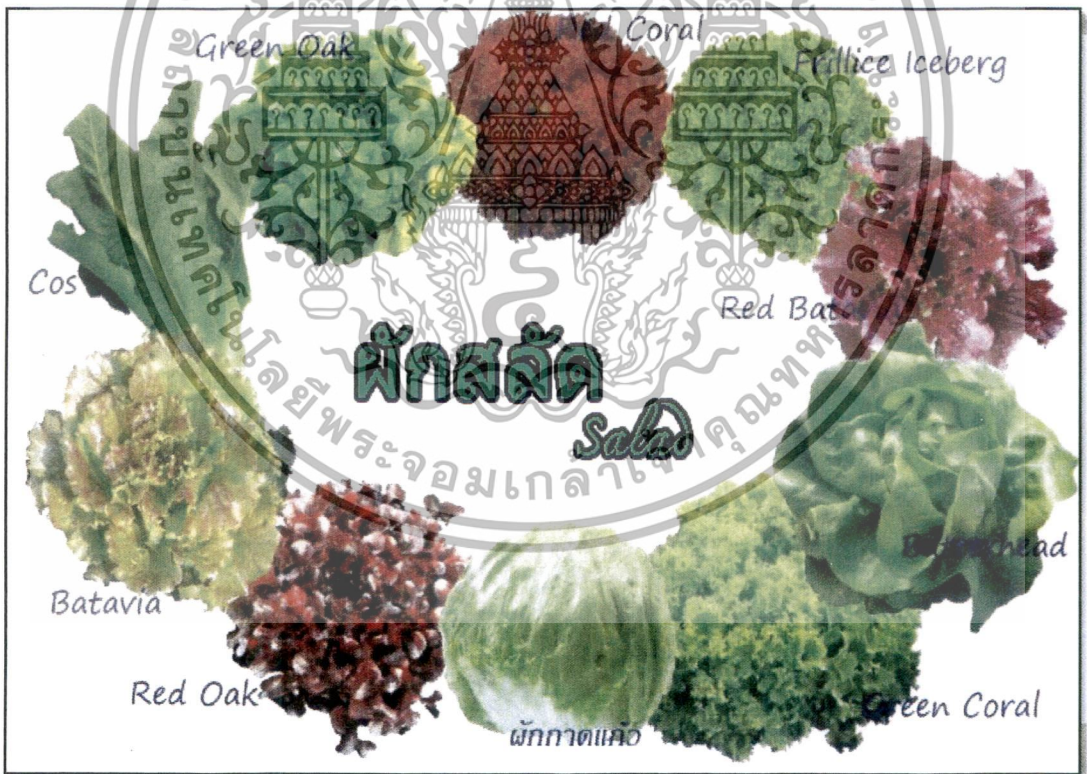
อร่อยมาก รสชาติคล้ายผักกาดหอมแต่จะหวานกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผักสลัดคอส (Cos) ผักชนิดนี้มีรสชาติหวานกรอบ เป็นผักที่มีวิตามินสูง และมีธาตุเหล็ก ช่วยเพิ่มจำนวน Hemoglobin (เม็ดเลือดแดง) ในร่างกาย ช่วยแก้โรคโลหิตจางได้ นอกจากนี้ในผักสลัดคอส ยังมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเพียง 3% เหมาะสำหรับผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน และยังช่วยในเรื่องการขับถ่ายดี

ผักสลัดกรีน โอ๊ค (Green oak) ผักสลัดทรงพุ่ม ใบหยาบมีสีเขียวอ่อน รสหวานกรอบ ช่วยสร้างเม็ดเลือด ให้เส้นใยอาหารสูง ป้องกันโรคปากนกกระจอก ช่วยในการสร้างเม็ดเลือดขาว บำรุงสายตา บำรุงเส้นผม บำรุงประสาท บำรุงกล้ามเนื้อ ช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง มีวิตามินซีสูง นิยมใส่ในสลัดหรือนำมาตกแต่งจานอาหารทั่วไป

ผักสลัดบัตเตอร์เฮด (Butter Head) เป็นพืชผักที่นิยมบริโภคสด โดยเฉพาะในสลัดรับประทานเป็นเครื่องเคียงน้ำพริกต่างๆ ห่อเมี่ยงคำ เนื้อย่าง และยำต่างๆ หรือนำมาตกแต่งในจานอาหาร บัตเตอร์เฮด มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก และมีวิตามินซีสูง นอกจากนี้ยังให้ฮีโมโกลบิน (hemoglobin) ช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง บรรเทาอาการท้องผูก เหมาะสำหรับผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน

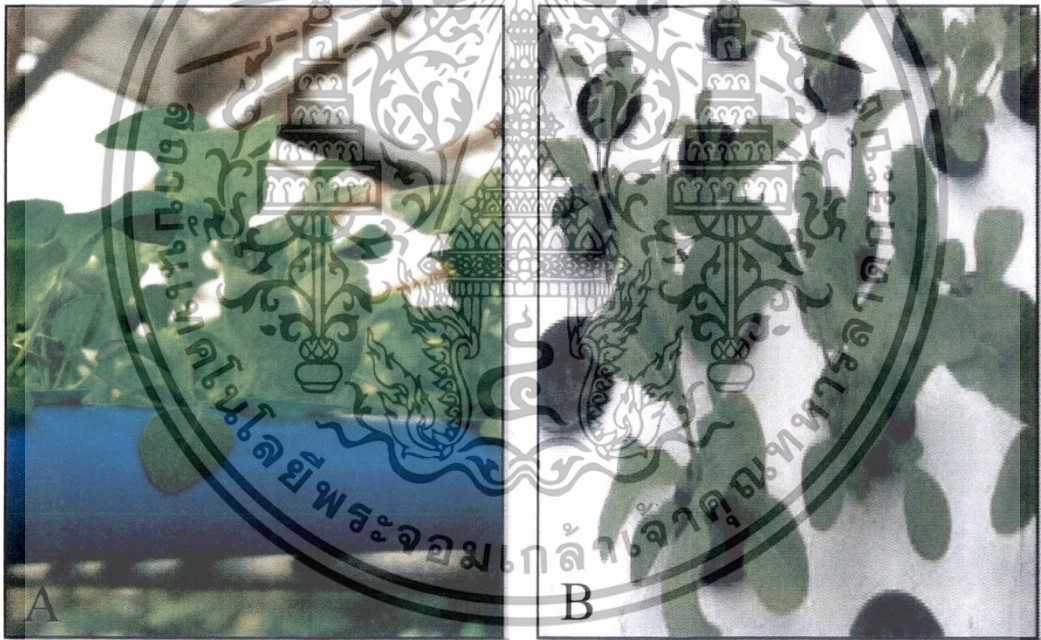


ภาพที่ 2.1 ผักสลัดชนิดต่างๆ ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ผักสลัดร็อกเกต

ร็อกเกตสลัด (ภาพที่ 2.2) เป็นพืชผักที่อยู่ในตระกูลกะหล่ำ (Brassicaceae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Eruca versicaria* L. ถิ่นกำเนิดอยู่ในภูมิภาคแคเรียส แอบประเทศโมร็อกโค โปรตุเกส ตลอดไปจนถึงประเทศจอร์แดน และตุรกี มีชื่อเรียกหลายชื่อได้แก่ Garden rocket, Rocket eruca, Rocketsalad และ Arugal ในประเทศอิตาลี ร็อกเกตสลัดได้ชื่อว่า Italian Cress ร็อกเกตสลัดเป็นผักที่นิยมปลูกกันมากในยุโรป ใช้เป็นผักสลัดและพืชสมุนไพรในครัว ร็อกเกตสลัดมีต้นเป็นพุ่ม ใบเป็นใบประกอบ ใบมีลักษณะหยักเว้า ดอกมีสีขาวครีมเส้นผ่าศูนย์กลางดอก 2 - 4 เซนติเมตร ต้นสูงประมาณ 20-100 เซนติเมตร ชอบอากาศเย็น และแห้ง ทนความแห้งแล้งได้ดี ไม่ทนต่อน้ำขัง ขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ด ชอบดินร่วน ค่า pH 6-7 อายุการเก็บเกี่ยว 25 วัน เป็นผักที่นิยมนำใบมาบริโภคสด โดยใส่ในสลัดผักร่วมกับผักชนิดอื่นๆ ให้แคลอรีต่ำ มีวิตามินเอและวิตามินซีสูง และยังพบสารกลูโคซิโนเลต (Matthew *et al.* 2012) เป็นสารเคมีที่กระตุ้นและควบคุมการทำงานของเอนไซม์ล้างพิษในตับช่วยกำจัดของเสียออกจากระบบ และยังมีศักยภาพในการต่อต้านมะเร็งที่สำคัญ



ภาพที่ 2.2 ผักสลัดร็อกเกต (A) ปลูกด้วยระบบ DFT แบบท่อ PVC (B) ปลูกด้วยระบบ DRFT แบบถาดโฟม

Hamilton and Fonseca (2010) ได้ทำการศึกษาผลของเกลือในการให้น้ำด้วยระบบไฮโดรโปนิคส์ ต่อผลกระทบของสารต้านอนุมูลอิสระในใบพืชสามชนิด คือ *Diplotaxis tenuifolia*, *Eruca sativa*, and *Lepidium sativum* จากการทดลองพบว่าสารอาหารที่มีความเค็มลดลง สารต้านอนุมูลอิสระ วิตามินซี และ ฟีนอล เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Jakse *et al.* (2012) ได้ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของผักสลัดร็อกเกต โดยการลดไนเตรทที่ปลูกด้วยระบบลอยน้ำ จากผลการทดลองการลดไนเตรท ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดร็อกเกต ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

Wierdak *et al.* (2012) ได้ทำการศึกษาผลของปุ๋ยไนเตรท และปุ๋ยโพแทสเซียม (K) ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดร็อกเกต โดยทำการทดลองในโรงเรือนกระจกในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม ปี 2010 และ 2011 ที่ความเข้มข้นต่างกัน ที่ 0.3K 0.6K และ 0.9K จากผลการทดลองพบว่าปุ๋ยทั้ง 2 ชนิด ไม่มีผลต่อความสูง และจำนวนใบ แต่มีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักต้นสด

2.1.3 พรรณไม้น้ำ

พรรณไม้น้ำ หรือ พืชน้ำ พบว่าทั่วโลกจะมีอยู่ประมาณ 200,000 ชนิด ส่วนใหญ่ที่นิยมเป็นพรรณไม้น้ำที่มีดอก และใบสวยงาม (ปรัชญา รัชมีธรรมวงศ์, 2550) มีการจัดแบ่งกลุ่มของพรรณไม้น้ำ ได้ทั้งหมด 5 ประเภท คือ

พืชลอยน้ำ (Floating plants) เป็นพรรณไม้ที่เจริญอยู่บนผิวน้ำ ลอยน้ำไปได้อย่างอิสระไม่มีส่วนใดๆสัมผัสดิน แต่ถ้าน้ำตกลงรากอาจจะฝังดินและยึดดินได้ พรรณไม้น้ำนิยมปลูกในตู้กระจกได้แก่ ริคเซียและกระจับ เป็นต้น

พืชลอยใต้อผิวน้ำ (Suspended plants) เป็นพรรณไม้น้ำที่จัดเป็นพืชน้ำอย่างแท้จริง มีส่วนของราก ลำต้น แขนงลอยอยู่ใต้อผิวน้ำ เคลื่อนที่ไปโดยกระแสน้ำเกิดดอก ผล อยู่ใต้น้ำ หรือบางชนิดอาจชูดอกขึ้นมาโผล่เหนือผิวน้ำ พรรณน้ำประเภทนี้ได้แก่ สาหร่ายพวงพระโค สาหร่ายหางกระรอก และสันตะวาไก่ เป็นต้น

พืชท่อน้ำ (Submerged anchored plants emerged plants) เป็นพรรณไม้น้ำที่ขึ้นอยู่บริเวณพื้นดินใต้น้ำ โดยรากยึดที่พื้นมีลำต้นสั้น แข็งแรงอาจจะมีใบและดอกอยู่ใต้น้ำ หรือชูขึ้นมาเหนือน้ำ ใบที่ลอยเหนือน้ำมีลักษณะต่างจากใบใต้น้ำ โดยใบเหนือน้ำใบมักใหญ่กว่า แข็งแรงกว่า พรรณไม้น้ำประเภทนี้ได้แก่ เทป บัว สาหร่ายคาบอมก้า สาหร่ายฉัตร และใส่ปลาไหล เป็นต้น

พืชครึ่งบกครึ่งน้ำ (Amphibian plants) เป็นพรรณไม้น้ำที่ขึ้นอยู่บริเวณน้ำตื้น หรือใกล้ฝั่ง มีรากยึดดินส่วนล่างของต้นใต้น้ำ และส่วนบนของต้นอยู่เหนือน้ำ อาจจะมีไหลเป็นต้นใต้อผิวน้ำที่แตกกระจายโดยรอบ พรรณไม้น้ำประเภทนี้ได้แก่ อเมซอนชนิดต่างๆ

พืชชายน้ำ (Marginal plants) พรรณไม้น้ำประเภทนี้มักจะขึ้นบริเวณชายน้ำ ริมตลิ่ง หนองน้ำ ที่มีน้ำท่วมขังตื้นๆหรือที่ขึ้นและ มักจะไม่มีระยะที่อยู่ใต้น้ำ น้ำเพียงช่วยให้เติบโต พรรณไม้น้ำประเภทนี้ได้แก่ ผักเป็ดแดง รากดำใบยาว รากดำใบใหญ่ และชวามอส เป็นต้น

พรรณไม้น้ำนั้น ส่วนใหญ่ยังไม่เป็นที่รู้จักมากนักสำหรับบุคคลทั่วไป แต่กลุ่มคนผู้ที่อยู่ในแวดวงปลาสวยงามทั้งในและต่างประเทศต่างรู้จักกันดี ด้วยเหตุนี้ขอยกมาเป็นไม้ประดับในตู้ปลาให้สวยงาม ทั้งนี้เพราะปกติแล้วระบบนิเวศน์ในน้ำตามธรรมชาติ พืชและสัตว์อาศัยอยู่ร่วมกันได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์เพื่อการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยการแลกเปลี่ยนก๊าซซึ่งกันและกัน พืชจะใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สัตว์หายใจออกมาไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ไขมันของสัตว์คือเป็นธาตุอาหาร และพืชก็จะให้ก๊าซออกซิเจนแก่สัตว์เพื่อใช้ในการหายใจ จากเหตุผลนี้จึงได้มีการจำลองเอาระบบนิเวศน์มาปลูกไว้ในตู้กระจก (วนารรณ จันทร์หนูหงส์. 2552) โดยการปลูกพรรณไม้น้ำคู่ไปกับการเลี้ยงปลา ในลักษณะของการจัดการคล้ายสวนหย่อมใต้ผิวน้ำ ซึ่งการจัดตู้ปลาในลักษณะนี้เป็นที่นิยมกันอย่างมากในทวีปยุโรป จึงมีการนำเข้าพรรณไม้น้ำเป็นจำนวนมาก (ตาราง 2.1) เพราะเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนชื้น และสำหรับประเทศในแถบยุโรป ซึ่งมีอากาศหนาวเย็น ไม่สามารถผลิตพรรณไม้น้ำได้เพียงพอ จึงต้องมีการนำเข้าพรรณไม้น้ำ (ตารางที่ 2.2) จากต่างประเทศผู้ผลิต ตลาดต่างประเทศที่ไทยส่งพรรณไม้น้ำไปขายได้แก่ ญี่ปุ่น ฝรั่งเศส เนเธอร์แลนด์ และเยอรมนี แต่เป็นการทำธุรกิจเฉพาะกลุ่มในประเทศไทยเรามีเพียง 3 รายเท่านั้นที่ เป็นผู้ผลิตพรรณไม้น้ำส่งออกรายใหญ่ของประเทศ ได้แก่ บริษัทไวท์เครน อะควาเรียม (1999) จำกัด บริษัทอะควาติก พลานท์เซ็นเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด และบริษัทเจ้าพระยาอะควาเรียม สำหรับสถิติการส่งออกพรรณไม้น้ำของไทย เฉพาะที่มีใบรับรองปลอดศัตรูพืช จากกรมวิชาการเกษตร พบว่าในปี 2546 มีการส่งออกจำนวน 9,462 กิโลกรัม 9,884,470 ต้น คิดเป็นมูลค่า 16.22 ล้านบาท ในปี 2547 มีการส่งออกจำนวน 164,187 กิโลกรัม 8,085,068 ต้น คิดเป็นมูลค่า 17.27 ล้านบาท ซึ่งตลาดนำเข้าที่สำคัญได้แก่ ญี่ปุ่น คิดเป็นสัดส่วนมากถึง 60% ของการส่งออกทั้งหมด สหรัฐอเมริกา เนเธอร์แลนด์ เยอรมัน และโปแลนด์ ส่วนชนิดของพรรณไม้น้ำที่มีการส่งออกมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ *Cabomba Egeria Anubias Aponogeton* และ *Nymphaea* (กรมวิชาการเกษตร.2550)

ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณการนำเข้าพรรณไม้น้ำของประเทศต่างๆ

ประเทศ	ปริมาณการนำเข้าพรรณไม้น้ำ ในรอบ 1 ปี (กก.)
เนเธอร์แลนด์	4,799,292
ฝรั่งเศส	1,187,600
สาธารณรัฐเช็ก	740,000
เยอรมัน	319,000
ฮังการี	140,936
สวีตเซอร์แลนด์	29,600
ออสเตรเลีย	23,620
ตุรกี	19,600

ที่มา : Brunel (2009)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงปริมาณการส่งออกของพรรณไม้น้ำของประเทศต่างๆ

ประเทศ	ปริมาณการส่งออกเข้าพรรณไม้น้ำ ในรอบ 1 ปี (กก.)
สิงคโปร์	1,550,800
อินโดนีเซีย	256,100
ไทย	191,524
กินี	31,600
โมร็อกโก	95,100

ที่มา: Brunel (2009)

จากตารางการนำเข้า แสดงให้เห็นว่าประเทศในแถบยุโรปมีการนำเข้าพรรณไม้น้ำเป็นจำนวนมาก เมื่อเทียบกับผู้ผลิตที่มีเพียงไม่กี่ราย แสดงถึงตลาดในการส่งออกพรรณไม้น้ำยังกว้างอยู่ และประกอบกับประเทศผู้ผลิตส่วนใหญ่อยู่ในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (พรรณไม้น้ำมีการเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนชื้น) ดังนั้นควรมีการส่งเสริมในภาคธุรกิจให้มากขึ้นเพื่อแข่งขันกับประเทศผู้ผลิตอื่นๆ และเพื่อสร้างเม็ดเงินไหลเวียนเข้าสู่ประเทศอีกทางหนึ่ง

2.1.4 พรรณไม้น้ำสกุลอโนเบียส

พรรณไม้น้ำสกุลอโนเบียส (*Anubias* sp.) จัดอยู่ในวงศ์ Araceae มีถิ่นกำเนิดบริเวณเขตร้อนทวีปแอฟริกา (Muhlberg, 1982) จัดเป็นพืชมีดอก มีใบเลี้ยงคู่ เป็นพืชล้มลุกมีอายุหลายฤดู มีต้นเป็นแท่งใต้ดินและแทงขึ้นมาบนดินมีใบแยกออกมาจากโคนต้น มีดอกขนาดเล็ก ไม่มีก้าน ดอกออกรวมกันเป็นช่อแบบ สเปดิก (Spadix) (วันเพ็ญ มินกาญจน์และกาญจนรี พงษ์ฉวี, 2543) มีใบหนาสีเขียวรูปไข่และมีความทนทาน เป็นพรรณไม้น้ำที่มีการเจริญเติบโตช้า โดยในแต่ละปีจะเกิดใบใหม่เพียง 8-10 ใบเท่านั้น (นงนุช เกาหะวิสุทธิ, 2549) ต้นอโนเบียสเป็นพรรณไม้น้ำประเภทครึ่งบกครึ่งน้ำ มีต้นเตี้ยเจริญได้สูงสุดประมาณ 30 เซนติเมตร ใบมีความยาว 7-11 เซนติเมตรและ ความกว้างใบ 4-7 เซนติเมตร (Han 2002; Hiscock, 2003) ขยายพันธุ์ด้วยการแตกหน่อ ตัดแบ่งไรโซม หรือวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จัดเป็นพืชที่มีการขยายพันธุ์ได้ช้า (วันเพ็ญ มินกาญจน์และกาญจนรี พงษ์ฉวี, 2543) พรรณไม้น้ำกลุ่มอโนเบียส *Anubias* sp. เป็นพรรณไม้น้ำสวยงามที่นิยมใช้ประดับตกแต่งในตู้ปลา และตู้พรรณไม้น้ำเป็นอันดับต้นๆ ชนิดที่นิยมเลี้ยง ได้แก่ *Anubias nana*, *Anubias congensis* และ *Anubias barteri* (ภาพที่ 2.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 พรรณไม้น้ำอานูเบียส (*Anubias* sp.) ที่ประดับอยู่ในตู้ปลาสวยงาม

2.1.5 การปลูกพรรณไม้น้ำ

การปลูกพรรณไม้น้ำนั้น มีการปลูกแบบหลักๆ อยู่ 2 วิธี คือการปลูกแบบดั้งเดิมและการปลูกด้วยระบบไร้ดิน การปลูกแบบวิธีดั้งเดิมนั้น จะใช้วิธีการปลูกแบบครึ่งบกครึ่งน้ำ โดยสามารถปลูกในแปลงที่มีวัสดุปลูกเป็นดิน กรวดขนาดเล็กหรือใช้ทรายเป็นวัสดุปลูก (sand culture) ที่มีน้ำและแสงสว่างเพียงพอ แต่ดินต้น บ่อปลูกอาจเป็นบ่อซีเมนต์หรือคอกด้วยอิฐเตี้ยๆ ที่เก็บกักน้ำได้หรืออาจจัดทำเป็นกระบะปลูกด้วยแผ่นพลาสติก ยกสูงขึ้นจากพื้นซึ่งสะดวกกับการทำงานมากขึ้น ด้านบนควรมีตาข่ายพรางแสงประมาณ ร้อยละ 40 ถึง 60 ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของพรรณไม้น้ำซึ่งต้องการแสงมากน้อยต่างกัน และมีระบบสเปร์ย์น้ำที่ติดตั้งเครื่องกำหนดระยะเวลาอัตโนมัติเพื่อช่วยให้ความชุ่มชื้นแก่พรรณไม้น้ำ (วันเพ็ญ มินกาญจน์ และ กาญจนรี พงษ์ฉวี. 2543) ส่วนการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (nutriculture หรือ soilless culture หรือ hydroponics) หมายถึง เทคโนโลยีในการปลูกพืชโดยไม่ให้พืชได้รับสารอาหารหรือสารละลายธาตุอาหารที่พืชต้องการจากทางราก โดยที่ให้รากพืชเจริญเติบโตในสารละลายธาตุอาหารพืชโดยตรงหรือปลูกในวัสดุปลูกที่ไม่ใช่ดิน (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2545)

การปลูกแบบไม่ใช้ดินนั้นมีหลายระบบแต่ละระบบก็จะมีลักษณะแตกต่างกันไป เช่น ระบบ Nutrient Film Technique (NFT) เป็นระบบการปลูกพืชที่ให้สารละลายธาตุอาหารไหลผ่านราก โดยที่รากจะสัมผัสกับสารละลายที่ไหลเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ประมาณ 1-3 มิลลิเมตรอย่างต่อเนื่อง (ดิเรก ทองอร่าม. 2547) โดยการไหลผ่านของสารละลายจะไหลไปตามแรงโน้มถ่วงเพราะรางปลูกแบบนี้มีลักษณะลาดเอียง ทำให้พืชได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอซึ่งเป็นระบบที่นิยมมาก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และได้รับการยอมรับว่าเป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่ให้ผลผลิตมากและมีประสิทธิภาพสูงระบบหนึ่ง (Mathew. 2001) (ภาพที่ 2.4)



ภาพที่ 2.4 ระบบ Nutrient film technique (NFT)

ระบบ Deep Flow Technique (DFT) (ภาพที่ 2.5) เป็นระบบปลูกพืชที่มีลักษณะคล้ายระบบ NFT เพียงแต่แตกต่างกันตรงที่ความสูงของสารละลายที่มีมากกว่า ที่รางปลูกใช้ท่อ PVC โดยให้สารละลายแบบหมุนเวียนอย่างต่อเนื่อง น้ำจะท่วมขังในท่ออีกประมาณ 3-5 เซนติเมตร (โดยน้ำจะท่วมรากพืชในถ้วยบางส่วน) ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาเมื่อระบบไฟฟ้าขัดข้อง เพราะรากยังสามารถใช้น้ำหรือสารละลายที่ท่วมขังอยู่ในรางปลูก ถ้าเป็นถาดปลูกก็มีลักษณะคล้ายอย่างสามารถใส่สารละลายธาตุอาหารได้ลึกประมาณ 15-20 เซนติเมตร แล้วให้สารละลายธาตุอาหารพืชแบบหมุนเวียนสำหรับการปลูกโดยใช้ถาดปลูกจะเหมือนการปลูกพืชแบบลอยน้ำซึ่งเป็นระบบที่ปลูกได้ดีในที่มีแดดจัด (ดิเรก ทองอร่าม. 2546; อานัฐ ตันโช. 2555)

ปริดาพร คุณจิติ (2555) ได้ทำการศึกษการเปรียบเทียบระบบปลูกแบบไร้ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส โดยการทดลองปลูกพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์พบว่า ต้น *A. barteri* ที่ปลูกในระบบ DFT ท่อ PVC 4 ชั้น ในแนวระนาบ มีการเจริญเติบโตดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 ระบบ Deep Flow Technique (DFT)

ระบบ sand culture (ภาพที่ 2.6) เป็นระบบหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการปลูกพรรณไม้ในน้ำตามธรรมชาติ โดยจะใช้ทรายทำหน้าที่เป็นวัสดุปลูกเป็นที่อยู่ของราก โดยมีสารละลายธาตุอาหารจะไหลซึมลงไป ในทรายและรากก็สามารถดูดซึมธาตุอาหารได้ (Rakocy *et al.*, 1993) ซึ่งทรายที่นำมาใช้เป็นทรายหยาบมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้ดี มีความคงทนของโครงสร้างดีมาก ความพรุนต่ำ และมีอายุการใช้งานยาวนาน แต่ข้อเสียคือมันจะมีการอัดตัวแน่น ดังนั้นจะมีปัญหาเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของราก-การระบายน้ำและอากาศ (อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2550)



ภาพที่ 2.6 ระบบ sand culture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทัศนีย์ บุญยเกียรติ. (2531) และวิทยา สุรียนนท์. (2544) ได้รายงานว่าการนำเอาทรายมาทำเป็นวัสดุปลูก ส่วนมากเพื่อปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของน้ำ โดยทรายจะช่วยในการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศ โดยทรายที่ใช้ควรมีขนาด 0.05-0.5 มิลลิเมตร ถ้ามีความละเอียดกว่านี้จะมีปัญหาเรื่องการจับตัวกันแน่นทำให้การระบายน้ำและอากาศไม่ดี

ระบบ DFT แบบถาดโฟม (floating system) เป็นการปลูกที่รากพืชแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหาร ซึ่งใช้แผ่นโฟมเจาะรูเพื่อปลูกพืชตามจำนวนที่ต้องการ และแผ่นโฟมดังกล่าวนี้ลอยอยู่ในถาดที่ใส่สารละลายธาตุอาหารพืช (นงนุช เกาหะวิสุทธิ์และคณะ. 2552)



ภาพที่ 2.7 ระบบ floating system

นันทิมา สุทธิวรรณกุล. (2546) ศึกษาการเลี้ยงปลาทอง (*Carassius auratus*) ร่วมกับการปลูกพรรณไม้น้ำ 2 ชนิด คือ *Cryptocoryne wendtii* และ *Aglaonema* sp. ในระบบการปลูกพืชแบบ Nutrient Film Technique (NFT-Fish), Deep Flow Technique (DFT-Fish) และ Sand Culture (Sand-Fish) จากการทดลองพบว่า การปลูกพรรณไม้น้ำทั้ง 3 ระบบร่วมกับการเลี้ยงปลาทอง ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ แต่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาที่เลี้ยงในระบบ NFT-Fish

ยุทธนา เกียรติธร (2547) ศึกษาผลของสัดส่วนของแอมโมเนียมต่อไนเตรต ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารและระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne crispata* var. *balansae*) พบว่าการเจริญเติบโตของต้นใบพายเขาใหญ่ที่ปลูกในระบบ DFT โดยใช้ท่อ PVC ดีที่สุด โดยน้ำหนักสดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุด

นงนุช เกาหะวิสุทธิ์ และมัลลิกา มิตรน้อย (2548) เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของอะ-โกลนีมาที่ย้ายปลูกจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในระบบการปลูกแบบไร้ดิน 4 ระบบ คือ Deep Flow Technique, Nutrient Film Technique, Sand culture และ Floating system เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายเท่ากับ 2.48 ± 0.13 , 2.29 ± 0.9 , 2.01 ± 0.20 และ 2.46 ± 0.18 กรัมต่อต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามลำดับ ซึ่งการเจริญเติบโตของอะโกลนีมาที่ปลูกทั้ง 4 ระบบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

มณิรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และคณะ (2548) เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของการปลูกพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne crispatula* var. *balansae*) ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินต่างกัน 4 ระบบ คือการปลูกพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ในระบบ DFT, Sand Culture, NFT และ Floating System ซึ่งปลูกพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ในระบบ DFT, Sand Culture, NFT และ Floating System พบว่าการปลูกพรรณไม้น้ำแบบ DFT มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ดีที่สุดที่สุด โดยน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) คือ 1.31 ± 0.52 กรัมต่อต้น มีปริมาณคลอโรฟิลล์มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) คือ 29.13 ± 1.01 มิลลิลิตรต่อต้น

มัลลิกา มิตรน้อย (2550) ได้ศึกษาถึงการนำพรรณไม้น้ำอเมซอนแอฟริกาที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาปลูกในระบบการปลูกพืชไร้ดินแบบ DFT ในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม 4 ระดับ คือ 0, 0.4, 0.8, และ 1.2 มิลลิโมลต่อลิตร เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าอเมซอนแอฟริกามีการเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียม 1.2 มิลลิโมลต่อลิตร

ภววรรณตรี สมบุญโต (2550) ได้ศึกษาและพัฒนากระบวนการเลี้ยงปลาทับทิมร่วมกับการปลูกผักแบบ Dynamic Root Floating Technique (DRFT) เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดีขึ้นพร้อมทั้งเพิ่มผลผลิตปลาและผัก พบว่าการเจริญเติบโตของปลาและผักที่ปลูกในระบบต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

วันวิสาข์ บุญเรือง (2552) ศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอานูเบียสนานาในระบบปลูกไร้ดินแบบ Deep Flow Technique พบว่าการนำพรรณไม้น้ำอานูเบียสนานาที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาปลูกในระบบ DFT มีผลทำให้อานูเบียสนานามีการเจริญเติบโตดีที่สุดที่สุด ($P<0.05$) โดยมีจำนวนใบเฉลี่ย 25.93 ± 0.90 ใบต่อต้น ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 10.05 ± 0.20 เซนติเมตร น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 9.44 ± 0.82 กรัมต่อถ้วยปลูก ความหนาใบเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.787 ± 0.052 มิลลิเมตร

Chow *et al.* (1992) ทำการศึกษาการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตและความต้องการธาตุอาหารของ strawberry ที่เจริญเติบโตในระบบ DFT เป็นเวลา 60 วัน พบว่าการปลูกพืชในระบบ DFT มีผลต่อการเจริญเติบโตและทำให้ผลผลิตของ strawberry เพิ่มขึ้น และทำให้ทราบถึงธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของ strawberry

Nhut *et al.* (2003) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเฟือกที่ปลูกในระบบ DFT แบบลาดโพม กับที่ปลูกในดิน พบว่าเฟือกที่ปลูกในระบบ DFT แบบลาดโพม มีการเจริญเติบโตดีกว่าการปลูกในดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Jongput *et al.* (2007) ทำการศึกษาพรรณไม้ น้ำ African swordplant (*Echinodorus africanus*) เพื่อหาค่าความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายธาตุอาหาร (EC) ที่ระดับ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ที่ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนีย – ไนโตรเจน 21.6 พีพีเอ็ม แต่พบว่าพรรณไม้ น้ำ African swordplant เจริญเติบโตดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ที่ระดับ EC 2.0 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 15.26 ± 4.25 กรัมต่อต้น ตามด้วยค่า EC ที่ระดับ 1.5, 0.5 และ 1.0 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ

2.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช

ในการเจริญเติบโตของพืชจะถูกควบคุมด้วยปัจจัยใหญ่ๆ 2 อย่าง คือ ปัจจัยภายใน หรือปัจจัยด้านพันธุกรรม และปัจจัยภายนอก หรือปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ฉะนั้นในการเจริญเติบโตของพืชจะขาดปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งไปไม่ได้และจะต้องอยู่ในปริมาณสมดุลไม่มากไม่น้อยไป (ทาคากิ คูนิยูกิ, 2546) เพราะจะส่งผลกระทบต่อพืชชนิดนั้นๆ

2.2.1 ปัจจัยด้านพันธุกรรม (genetic factor)

ปัจจัยทางพันธุกรรม การเจริญเติบโตของพืชจะถูกควบคุมโดยยีนซึ่งจะควบคุมการทำงานระดับเซลล์ให้เป็นตามแบบแผนโดยการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของพ่อแม่ไปสู่รุ่นลูก รุ่นหลาน ควบคุมการเกิดปฏิกิริยาชีวเคมีภายในเซลล์ ควบคุมการสังเคราะห์เอนไซม์และกำหนดการโครงสร้างของโปรตีนภายในเซลล์ในปี ค.ศ. 1961 Jacob และ Monad นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ได้เสนอทฤษฎีออเพอรอน เพื่ออธิบายการสังเคราะห์โปรตีนภายในเซลล์ซึ่งมีสาระสำคัญว่า การควบคุมการแสดงออกของยีนเกิดขึ้นที่ระดับการสร้าง RNA ถ้า m-RNA มีมากจะมีการสร้างเอนไซม์หรือโปรตีนมาก โปรตีนที่เกิดขึ้นนี้ทำหน้าที่กระตุ้นกระบวนการเมทาบอลิซึมภายในเซลล์ หรืออาจเปลี่ยนแปลงเป็นสารประกอบอื่นๆ โดยเป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อ อวัยวะและโครงสร้างอื่นๆของพืชการเจริญเติบโตของพืชเริ่มจากไซโกตหรือไข่ซึ่งได้รับการผสมแล้ว 1 เซลล์มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์ชนิดต่างๆจะมี DNA เหมือนกันจากเซลล์ของไข่ที่ได้รับการผสมแล้วนั้น แสดงว่ายีนภายในเซลล์ทั้งหมดไม่ได้ทำงานพร้อมกันตลอดเวลา บางยีนอาจแอกทีฟสามารถเจริญพัฒนาไปเป็นส่วนต่างๆบางยีนอาจไม่แอกทีฟอยู่ในสภาพที่แสดงออก แต่ไม่สูญหายเนื่องจากไม่ทำลาย ทั้งนี้จากการทดลองเลี้ยงเซลล์ต่างชนิดกัน เช่น เซลล์ผิวใบ กลีบดอก ท่ออาหาร มีโรฟิกส์ เซลล์ของราก ลำต้น หรือ ใบพบว่าสามารถเจริญเติบโตและพัฒนาไปเป็นต้นใหม่ที่มีสมบูรณ์ได้ แสดงว่าเซลล์เหล่านี้มีคุณสมบัติเป็นทิโพเทนซี คือเซลล์ทุกเซลล์ในต้นพืชมีลักษณะทางพันธุกรรมครบพร้อมที่สามารถจะเจริญเป็นพืชทั้งต้นได้ เนื่องจากยีนทั้งหมดอาจไม่แอกทีฟในเวลาเดียวกัน แต่ละชนิดจะแสดงออกในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมหรือแสดงออกในโครงสร้างหรืออวัยวะใดอวัยวะหนึ่ง นอกจากนี้เอนไซม์ที่ถูกสร้างขึ้นอาจถูกแอกทีฟในเวลาหนึ่งและไม่แอกทีฟในบางเวลา มีผลทำให้เซลล์มีการเปลี่ยนแปลงต่างกันออกไป อย่างไรก็ตามการควบคุมของยีนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้เพื่อการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมของพืช ดังนั้นขึ้นและสภาพแวดล้อมจึงมีผลต่อพันธุกรรมของพืช (ดิเรก ทองอร่าม, 2547)

2.2.2 ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (Environment factors)

2.2.2.1 แสง (Light) แสงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพรรณไม้น้ำ เป็นตัวที่ให้พลังงาน เพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง (ดิเรก ทองอร่าม และอิทธิสุนทร นันทกิจ, 2544) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดแป้งและน้ำตาลแก่พืช นอกจากนี้ แสงยังมีบทบาทสำคัญในกระบวนการต่างๆ ในพืชอีกหลายอย่าง เช่น การสังเคราะห์โปรตีน การคายน้ำ การควบคุมทิศทางในการเจริญเติบโตของพืช ฯลฯ พรรณไม้น้ำแต่ละชนิดมีความต้องการแสงสำหรับการเจริญเติบโตในปริมาณมากน้อยต่างกันแล้วแต่ชนิด (วนาวรรณ จันทร์หนูหงษ์, 2539) พรรณไม้น้ำส่วนใหญ่ต้องการความเข้มแสงประมาณ 3,000-7,500 ลักซ์ (นงนุช เลาหะวิสุทธิ์และคณะ, 2552)

2.2.2.2 ความชื้น (Moisture) และอุณหภูมิ (Temperature) ปัจจัยทั้งสองนี้จัดเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ถ้ามีความชื้นและอุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินไป จะมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโต (ดิเรก ทองอร่าม และอิทธิสุนทร นันทกิจ, 2544) ซึ่งปริมาณความต้องการจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดพรรณไม้น้ำนั้นๆ ด้วย เช่น ใบพายชนิดต่างๆ ตระกูลมอสและเฟิร์นต้องการความชื้นปริมาณสูง (เศรษฐมนตร์ กาญจนกุล, 2551) ถ้าพืชขาดน้ำจนรากไม่สามารถดูดน้ำได้ทันกับอัตราการคายน้ำของพืชแล้วพืชจะเหี่ยวเฉา หากไม่ได้รับน้ำแล้วพืชจะตายในที่สุด ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมสำหรับพรรณไม้น้ำประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมกับพรรณไม้น้ำ 25-39 องศาเซลเซียส (วันเพ็ญ มินกาญจน์ และ กาญจนรี พงษ์ลวี, 2543) ถ้าหากความชื้นไม่เพียงพอใช้วิธีสเปรย์น้ำทุกๆ 15-20 นาที ครั้งละ 10 วินาที (นงนุช เลาหะวิสุทธิ์และคณะ, 2552) เพื่อเพิ่มปริมาณความชื้น

Minchin *et al.* (1994) ได้ทำการศึกษาทดลองปลูก *Hordeum distichum* ในอุณหภูมิต่ำ พบว่าส่งผลต่ออัตราเมตาบอลิซึมของราก และยังส่งผลต่อการสะสมน้ำตาลซึ่งมีปริมาณลดลงเมื่อเทียบกับการปลูกในอุณหภูมิที่เหมาะสม

Went (1994) ได้กล่าวว่าลำต้นและผลผลิตของมะเขือเทศนั้นจะมีการเจริญเติบโตที่ดีเมื่ออยู่ในอากาศที่อบอุ่นในตอนเช้า และอากาศที่เย็นในตอนกลางคืน มากกว่าอยู่ในอุณหภูมิที่คงที่ทั้งตอนเช้าและตอนกลางคืน เช่นเดียวกับ Resh (1978) ได้รายงานว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศขึ้นอยู่กับระยะในการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศ

Park *et al.* (1995) ทำการศึกษาความสามารถของผักกาดกวางตุ้ง และสลัดบัตเตอร์ ในการดูดน้ำ ธาตุฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมงกานีส (Mn) ที่ปลูกแบบไม่ใช้ดิน ในอุณหภูมิของสารละลายที่แตกต่างกัน คือ 15, 20 และ 25 องศาเซลเซียส พบว่าอัตราการดูดน้ำของพืชเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของอุณหภูมิของสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.3 ธาตุอาหาร (Nutrients) ธาตุอาหารหลักที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้ น้ำ คือ ไนโตรเจน (N) จะช่วยในการเร่งให้ใบ ลำต้น เจริญเติบโตได้ดี (นงนุช เลาหะวิสุทธิและคณะ. 2552) ส่วนธาตุแคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และกำมะถัน (S) แม้จะต้องการในปริมาณมากเช่นกันแต่มักไม่ขาด หรือไม่พบอาการที่รุนแรง (ดิเรก ทองอร่าม และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2544) ส่วนธาตุอาหารรอง พรรณไม้ น้ำ ต้องการในปริมาณน้อยและขาดธาตุอาหารเหล่านี้ไม่ได้ เนื่องจากธาตุเหล่านี้มีบทบาทในกระบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) อย่างเฉพาะเจาะจงไม่มีธาตุอื่นใดทำหน้าที่แทนได้ เมื่อพืชขาดธาตุใดธาตุหนึ่งจะชะงักการเจริญเติบโต มีการผิดปกติอันเป็นลักษณะเฉพาะ และอาจฟื้นตัวได้ เมื่อได้รับปุ๋ยซึ่งมีธาตุอาหารนั้นอย่างเพียงพอ (ยงยุทธ โอสดสภา. 2545) ได้แก่ คลอรีน (Cl) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) โมลิบดีนัม (Mo) และ โบรอน (B) ธาตุอาหารรองที่สำคัญ คือ เหล็ก ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่ช่วยให้ใบมีสีเขียว แต่ถ้ามีการให้ธาตุอาหารเหล่านี้มากเกินไปจะเป็นอันตรายต่อพรรณไม้ น้ำได้ (นงนุช เลาหะวิสุทธิ. 2549)

มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และคณะ (2546) ได้ทำการทดลองชนิดและความเข้มข้นของปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นดาวกระจาย โดยปุ๋ยที่ใช้ทดลอง ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และ โพแทสเซียม (K) สูตรต่างๆ ดังนี้ 30-20-10, 30-20-10 ผสมธาตุอาหารเสริม, 25-5-5 พบว่า ปุ๋ยสูตร 25-5-5 ทำให้ต้นดาวกระจายเจริญเติบโตดีที่สุด

นงนุช เลาหะวิสุทธิ และคณะ (2552) ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้ น้ำ อนุเบียสนานา ในระบบปลูก DFT ด้วยสูตรสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร คือ สูตร Netherland (1 : 0.5 : 1.82) สูตร Australia (1 : 0.41 : 0.85) สูตร KMITL2 (1 : 0.50 : 1.47) และสูตร Belgium (1 : 0.55 : 2.01) พบว่า พรรณไม้ น้ำ อนุเบียสนานาที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตร KMITL2 มีการเจริญเติบโตดีที่สุด

2.2.2.4 ค่าการนำไฟฟ้า (Electric Conductivity: EC) คือ ค่าการนำไฟฟ้าของเกลือ (ในไฮโดรโพนิคส์จะหมายถึงเกลือของธาตุอาหาร) ทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ โดยปกติแล้วน้ำบริสุทธิ์จะมีความนำไฟฟ้าเป็นศูนย์ แต่เมื่อนำธาตุอาหารละลายในน้ำ เกลือของธาตุอาหารเหล่านี้จะแตกตัวเป็นประจุบวก และประจุลบ ซึ่งจะเป็นตัวนำไฟฟ้า ทำให้มีค่าความนำไฟฟ้า (Electric Conductivity) ซึ่งค่านำไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณเกลือของธาตุอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำ ดังนั้นเราจึงใช้การวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย (ค่า EC) เพื่อเป็นตัวบอกปริมาณเกลือธาตุอาหารที่ละลายในน้ำ ถ้าค่าการนำไฟฟ้าสูงแสดงว่าสารละลายมีความเข้มข้นสูง คือมีธาตุอาหารต่างๆ ละลายอยู่มาก (ดิเรก ทองอร่าม. 2547) โดยทั่วไปค่า EC ที่เหมาะสมสำหรับปลูกพรรณไม้ น้ำ มีค่าเท่ากับ 0.5-1.5 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ขึ้นอยู่กับชนิดพืช (นงนุช เลาหะวิสุทธิ. 2549) และจากข้อมูลของ Armstrong et al. 1996; Cizkova et al. 1999 ได้กล่าวว่าพืชที่ได้รับธาตุอาหารที่ความเข้มข้นสูงเกินไปจะทำให้ได้รับความเสียหายจากองค์ประกอบบางตัว เช่น กรดอินทรีย์ และซัลเฟต เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอก และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมเกียรติ สีสนอง (2548) ทำการศึกษาระดับการให้ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของต้น *Echinodorus ozelot* ซึ่งเป็นพรรณไม้น้ำที่นิยมในการประดับตู้ปลา อยู่ในกลุ่มอเมซอน โดยให้ปุ๋ยที่มีความเข้มข้น 4 ระดับ คือ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เดซิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 2.0 เดซิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร พืชมีความสูงของต้น ความกว้าง และความยาวของใบมากที่สุด สอดคล้องกับการทดลองของ Jongput *et al.* (2007) ทำการศึกษาพรรณไม้น้ำ African swordplant (*Echinodorus africanus*) เพื่อหาค่าความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายธาตุอาหาร (EC) ที่ระดับ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร พบว่าที่ระดับ EC 2.0 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 15.26 กรัมต่อต้น

2.2.2.5 ค่า pH ความเป็นกรด-เป็นด่างของสสาร วัดกันด้วยหน่วย pH ซึ่งโดยปกติจะมีค่าอยู่ที่ 0-14 ดังนั้นหากในดินมีค่า pH เท่ากับ 7 ก็แสดงว่ามีความเป็นกรด-ด่างเป็นกลาง แต่ถ้ามีค่า pH ต่ำกว่า 7 ก็แสดงว่าดินมีความเป็นกรดมาก กลับกันหากดินมีค่า pH สูงกว่า 7 ก็แสดงว่ามีความเป็นด่างสูง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วดินมักจะมีค่าความเป็นกรดอยู่ที่ 3 และมีค่าความเป็นด่างอยู่ที่ 10 โดยมีปัจจัยแวดล้อมอย่างสารอาหารที่ดินได้รับ เช่น ซากพืช ซากสัตว์ ที่ทับถม และปริมาณน้ำฝน โดยเฉลี่ยต่อปีเป็นส่วนประกอบ แต่ค่า ค่า pH ในดินไม่ได้มีผลโดยตรงกับการเจริญเติบโตของพืช แต่มีส่วนช่วยให้พืชสามารถดูดซับสารอาหารจากดินได้ดีขึ้น ซึ่งถ้าหากพืชเจริญเติบโตในดินที่มีค่าความเป็นกรดต่ำเกินไป ใบก็จะเหลือง เนื่องจากไม่สามารถดูดธาตุเหล็กเข้าไปบำรุงต้นได้อย่างเต็มที่ ดังนั้นดินที่จะเหมาะกับการปลูกพืช จึงต้องมีค่าความเป็นกรดอยู่พอสมควร เพื่อที่ความเป็นกรดจะได้แปลงธาตุอาหารให้พืชดูดกินได้สะดวก การปลูกพืชโดยทั่วไป ควรจะมีค่า pH 6.5 จะเป็นดินที่ปลูกต้นไม้ได้ดีที่สุดดิน ถ้าการปลูกพืชแบบไร้ดิน ค่า pH ควรอยู่ที่ 5.5-6.5 เป็นช่วงที่ธาตุอาหารในสารละลายอยู่ในรูปที่พืชใช้ประโยชน์มากที่สุด (อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2545) ส่วนค่า pH ที่เหมาะสมกับการปลูกพรรณไม้น้ำ คือ 6.5-7.4 (มัลลิกา มิตรน้อย, 2550)

สุรณี ประชุมพล (2555) ศึกษาผลของธาตุอาหารและความเป็นกรด-ด่างต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอโนเบียสบาร์เทอร์ในระบบปลูกไร้ดินแบบ Deep Flow Technique พบว่า เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ที่ความเปลี่ยนแปลงไป 4 ระดับ 5 ± 0.3 , 6 ± 0.3 , และ 7 ± 0.3 พบว่า ที่ค่า pH 7 ± 0.3 ทำให้ต้นอโนเบียสบาร์เทอร์ มีความยาวใบที่เปลี่ยนแปลงไปดีที่สุด

2.2.2.6 วัสดุปลูก วัสดุปลูกพืชนั้นจะทำหน้าที่ในการรองรับหรือเป็นที่อยู่ของรากพืชเพื่อให้พืชทรงตัวอยู่ได้ และวัสดุปลูกต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น คุณสมบัติในการรักษาอัตราส่วนของน้ำ และอากาศให้เหมาะสมตลอดการปลูก อัตราส่วนของ น้ำ : อากาศ ที่เหมาะสมจะอยู่ประมาณ 50 : 50 วัสดุที่ต้องไม่มีการอัดตัวหรือยุบตัวเมื่อเปียกน้ำหรือเมื่อใช้ไปนานๆ เป็นวัสดุที่ไม่สลายตัวทั้งทางเคมีและทางชีวภาพ เป็นวัสดุที่รากพืชสามารถแพร่กระจายได้สะดวกทั่วทุกส่วนของวัสดุปลูกควร เป็นวัสดุที่ไม่มีสารที่เป็นพิษต่อพืชจือปนอยู่ เป็นวัสดุที่ไม่เป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลง และควรจะเป็นวัสดุที่สามารถกำจัดโรคและแมลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ง่าย สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ วัสดุที่เหมาะสมสำหรับพรรณไม้ไม้ ไม้ ได้แก่ ทรายหยาบ รong ลงมา คือ โยหิน(Rock wool) เพอร์ไลต์ และฟองน้ำ ตามลำดับ (นงนุช เลาหะวิสุทธิ. 2549)

Logendra *et al.* (2001) ได้ศึกษาวัสดุปลูก rock wool โดยทำการทดลองปลูกมะเขือเทศใน rock wool ขนาด 3×3×2.5 และ rock wool ขนาดเล็กวางบนวัสดุโยสังเคราะห์ พบว่า การปลูกมะเขือเทศใน rock wool ขนาดเล็กวางบนวัสดุโยสังเคราะห์ให้ผลเป็นที่น่าพอใจมากกว่าการปลูกใน rock wool ขนาด 3×3×2.5 ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสามารถลดต้นทุนการผลิตได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 การทดลองที่ 1 ผลของระบบปลูกพืชไร่นาแบบ DFT แนวตั้งต่อผลผลิตร็อกเกตสลัด (*Eruca versicaria* L.)

3.1.1 วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ
ชุดการทดลองที่ 1 โครงสร้างรูปทรงแบบสี่เหลี่ยม
ชุดการทดลองที่ 2 โครงสร้างรูปทรงแบบสามเหลี่ยม

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.2.1 พืชทดลอง

ต้นร็อกเกตสลัด (*Eruca versicaria sativa* L.)

3.1.2.2 องค์ประกอบของโรงเรือน

โรงเรือนชั้น 5 อาคารเจ้าคุณทหาร โรงเรือนระบบเปิดกว้าง 6 เมตร ยาว 12 เมตร สูง 3.5 เมตร หลังคาทำด้วยโพลีคาร์บอเนต (ภาพที่ 3.1)



ภาพที่ 3.1 โรงเรือนชั้น 5 อาคารเจ้าคุณทหาร

3.1.2.3 อุปกรณ์

- (1) ท่อเหล็กขนาด 1/2 นิ้ว ความยาว 6 เมตร จำนวน 16 ท่อน
- (2) ท่อ PVC ขนาด 2 นิ้ว ความยาว 4 เมตร จำนวน 52 ท่อน
- (3) ถังใส่สารละลายธาตุอาหาร ขนาด 50 ลิตร จำนวน 2 ใบ
- (4) สารละลายธาตุอาหารสูตร KMITL2 (ภาคผนวก ตารางที่ ก.1)
- (5) ถังใส่สารละลายธาตุอาหาร ถัง A และถัง B ขนาด 20 ลิตร จำนวน 2 ใบ
- (6) ปั๊มน้ำยี่ห้อ SONIC รุ่น AP2500 อัตราไหล 2,000 ลิตรต่อชั่วโมง

จำนวน 2 ตัว

- (7) เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter) รุ่น HI 98150
- (8) vernier caliper
- (9) เครื่องมือวัดค่าการนำไฟฟ้า (Electric Conductivity Meter : EC-meter)
- (10) เครื่องวัดค่าความเขียวใบ Chlorophyll meter (SPAD) รุ่น Minolta SPAD

502 plus

- (11) เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง
- (12) ไม้บรรทัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 วิธีการเตรียมการทดลอง

3.1.3.1 การเตรียมโต๊ะปลูกที่ใช้ทดลอง

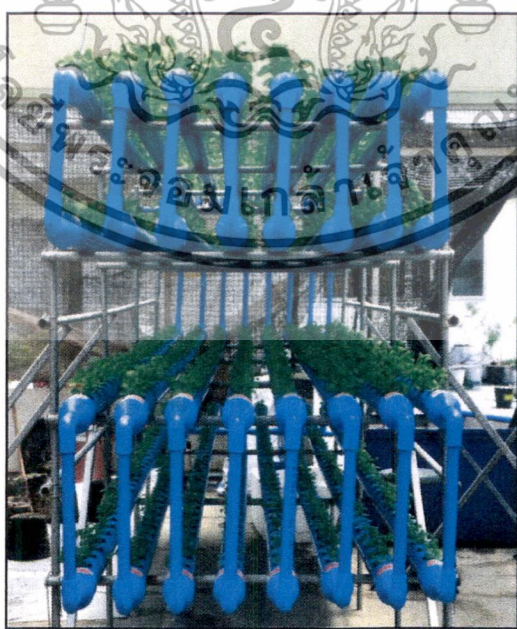
นำท่อเหล็ก ขนาด $\frac{1}{2}$ นิ้ว ความยาว 6 เมตร มาตัดทำขาโต๊ะปลูก โดยให้มีความสูง 1.6 เมตร จำนวน 8 เส้น ตัดขนาด 3.5 เมตร จำนวน 4 เส้น เพื่อใช้เป็นคานยาวยึดแต่ละเสา และตัดท่อเหล็ก ขนาดความยาว 1 เมตร จำนวน 16 ท่อน เพื่อใช้เป็นคาน ให้แต่ละชั้น แล้วจึงนำมาประกอบ ด้วยการใช้คลิปล็อกยึดโครงสร้างทั้งหมดไว้ด้วยกัน

3.1.3.2 การเตรียมระบบปลูก

โครงสร้างแบบที่ 1 ใช้ท่อ PVC ขนาด 2 นิ้ว ยาว 4 เมตร ที่เจาะรูเป็นหลุมปลูก เรียบร้อยแล้ว นำไปวางที่โครงสร้างที่ประกอบไว้ โดยวางชั้นละ 8 ท่อน ห่างกัน 10 เซนติเมตร จะเรียงซ้อนกันคล้ายรูปทรงสี่เหลี่ยม โต๊ะปลูกแบบที่ 1 รวมทั้งหมด 4 ชั้น จะมีท่อ PVC 32 ท่อน สามารถปลูกต้นร็อกเกตสลัดได้ทั้งหมด 1,248 หลุม (ภาพที่ 3.1)

โครงสร้างแบบที่ 2 ใช้ท่อ PVC ขนาด 2 นิ้ว ยาว 4 เมตร ที่เจาะรูเป็นหลุมปลูก เรียบร้อยแล้ว นำไปวางที่โครงสร้างที่ประกอบไว้ โดยชั้นที่ 4 จะมีท่อ PVC จำนวน 8 ท่อน ชั้นที่ 3 จะมีท่อ PVC จำนวน 6 ท่อน ชั้นที่ 2 จะมีท่อ PVC 4 ท่อน และชั้นบนสุด หรือชั้นที่ 1 จะมีท่อ PVC เพียง 2 ท่อน การเรียงซ้อนกันของโครงสร้างนี้จะมีลักษณะคล้าย รูปทรง 3 เหลี่ยม 2 รูป รวมทั้งหมด 4 ชั้น มีท่อ PVC 20 ท่อน สามารถปลูกต้นร็อกเกตสลัดได้ทั้งหมด 780 หลุม (ภาพที่ 3.2)

3.1.3.3 ถังสารละลายธาตุอาหาร ขนาด 100 ลิตร ให้สารละลายจากด้านบนแบบหมุนเวียนทั่วระบบจากถังสารละลายโดยใช้แรงดันจากปั๊มน้ำ สารละลายจะไหลจากรางบนสุดลงสู่รางถัดไป ผ่านท่อ PVC ขนาด $\frac{3}{4}$ นิ้ว และไหลวนผ่านรางที่อยู่ถัดมาทั้ง 8 รางและไหลกลับสู่ถังสารละลาย



ภาพที่ 3.2 ระบบ DFT ท่อ PVC โครงสร้างที่ 1 รูปทรงสี่เหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 ระบบ DFT ท่อ PVC โครงสร้างที่ 2 รูปทรงสามเหลี่ยม

3.1.4 วิธีการทดลอง

3.1.4.1 เตรียมต้นกล้า โดยนำเมล็ดร็อกเกตสลัด (*Eruca versicaria* L.) เพาะลงในถ้วยปลูก โดยวัสดุปลูกที่ใช้คือเพอร์ไลท์ โดยเพาะกล้าเป็นระยะเวลา 3 วัน

3.1.4.2 คัดเลือกร็อกเกตสลัด (*Eruca versicaria* L.) ที่มีขนาดใกล้เคียงกัน มาใช้ทดลองในระบบปลูก DFT ท่อ PVC และนำวางเรียงในหลุมปลูกที่เตรียมไว้ ทั้ง 2 โครงสร้าง

3.1.4.3 เตรียมสารละลายธาตุอาหาร ผสมสารละลายธาตุอาหารที่เตรียมไว้ทั้งหมด 2 โครงสร้าง โดยสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ (สูตร KMITL 2)

3.1.5 การเก็บข้อมูล

โดยบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต โดยเก็บข้อมูล 2 ครั้ง (อายุการเก็บเกี่ยว 25 วัน) ครั้งที่ 1 หลังจากปลูก 15 วัน ครั้งที่ 2 เมื่ออายุ 25 วัน และชั่งน้ำหนักสดต่อถ้วย, เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

3.1.5.1 วัดความกว้างใบ ความยาวใบ ของต้นร็อกเกตสลัดโดยวัดใบที่ 3 จากยอด

3.1.5.2 วัดความสูงของต้นร็อกเกตสลัด ใช้ไม้บรรทัดวัดจากบริเวณ โคนต้นจนถึงปลายของใบที่ยาวที่สุด

3.1.5.3 จำนวนใบของต้นร็อกเกตสลัด

3.1.5.4 ค่าความเขียวใบของต้นร็อกเกตสลัด โดยใช้เครื่อง Chlorophyll meter (SPAD) รุ่น Minolta SPAD 502 plus โดยวัดใบที่ 3 จากยอด จำนวน 3 จุด

3.1.5.5 น้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นร็อกเกตสลัด โดยจะชั่งน้ำหนักรวมทั้งต้นแต่ไม่รวมราก
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับโรงเรียน นมโฆสิตวิทย์พัฒนา จังหวัดนนทบุรี ห้ามเผยแพร่โดยไม่ขออนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5.6 ผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่ (กรัม/ตารางเมตร) ของต้นร็อกเกตสลัด

3.1.5.7 จำนวนต้นเฉลี่ยต่อพื้นที่ (ต้น/ตารางเมตร) ของต้นร็อกเกตสลัด

3.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลการเจริญเติบโต (ความกว้างของใบ, ความยาวของใบ, ความสูงของลำต้น, จำนวนใบ, ค่าความเขียวใบ (SPAD), และน้ำหนักสด) มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติโดย Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ใช้โปรแกรม SPSS for Window (Statistical Package for the Social Sciences)

3.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาการเจริญเติบโตของพรรณไม้ในน้ำสกุลอนุเบียส (*Anubias* sp.) ที่ปลูกด้วยระบบ DFT แนวตั้ง และเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้ในน้ำสกุลอนุเบียส (*Anubias* sp.) ที่ปลูกด้วยระบบทราย

3.2.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ

ชุดการทดลองที่ 1 โครงสร้างรูปทรงแบบสี่เหลี่ยม

ชุดการทดลองที่ 2 โครงสร้างรูปทรงแบบสามเหลี่ยม

ชุดการทดลองที่ 3 ระบบทราย

3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.2.1 พืชทดลอง

ต้นอนุเบียสบาร์เทอร์ บรอดลีฟ (*Anubias barteri* "broad leaf") ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

3.2.2.2 องค์ประกอบของโรงเรือน

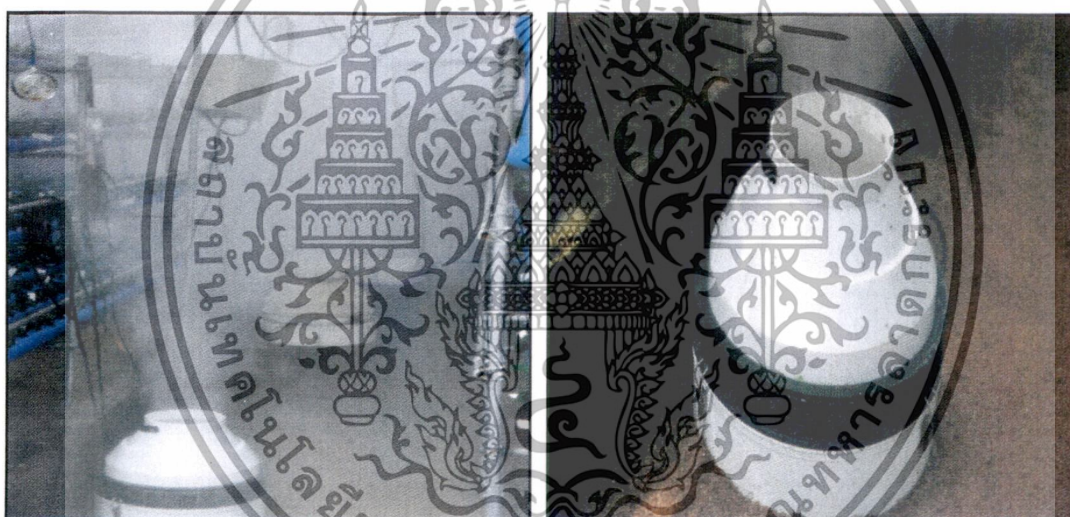
(1) โรงเรือนขนาดกว้าง 4 เมตร ยาว 4.50 เมตร ความสูง 2 เมตร ด้วยโครงสร้างเป็นเหล็กกล้าขนาด 1 นิ้ว หลังคาเป็นหน้าจั่วชั้นเดียว อยู่ภายใต้โรงเรือนขนาดใหญ่ของบริษัทที่เป็นโรงเรือนแบบเปิดที่มีการพรางแสง 80 เปอร์เซ็นต์ และตาข่ายกันแมลง (ภาพที่ 3.4)

(2) การควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนโดยการให้ความชื้นด้วยเครื่องพ่นหมอก (ภาพที่ 3.5) ควบคุมด้วยการตั้งเวลาโดยเครื่องพ่นหมอกเริ่มทำงาน 8:00 น. ให้เครื่องทำงาน 30 นาที และหยุด 30 นาที จนถึงเวลา 11:00 น. ต่อจากนั้นทำงานต่อเนื่องตลอดเวลาและหยุดทำงานเวลา 18:00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 โรงเรือนที่ใช้ปลูกพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส



ภาพที่ 3.5 เครื่องฟนหมอก

3.2.2.2 อุปกรณ์

เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 วิธีการเตรียมการทดลอง

เตรียมระบบปลูกที่ใช้ในการทดลอง โดยใช้โครงสร้างเดิมกับ โครงสร้างในการทดลองที่ 1 ระบบปลูกนี้เป็นแบบหมุนเวียนสารละลายโดยสารละลายธาตุอาหารจะถูกปั๊มดึงจากถังสารละลายขึ้นไปที่หัวรางในชั้นบนสุดและไหลเวียนกันในแต่ละชั้นและไหลออกทางท้ายรางในชั้นล่างสุดกลับมาที่ถังสารละลายโดยจะหมุนเวียนเช่นนี้ตลอดเวลา เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

3.2.3.1 เตรียมพรรณไม้น้ำ โดยใช้ต้นพรรณไม้น้ำออบุเบียส พันรากด้วยใยหิน (Rock Wool) ปลูกลงในถ้วยปลูก แล้วจึงนำไปปักพื้นในถังที่คลุมด้วยพลาสติกเพื่อลดการคายน้ำของพรรณไม้น้ำ 2 สัปดาห์ แล้วสุ่มขึ้นปลูก

3.2.3.2 เตรียมสารละลายธาตุอาหาร ผสมสารละลายธาตุอาหารที่เตรียมไว้ โดยสารละลายธาตุอาหารพีชที่ใช้ (สูตร KMITL 2)

3.2.3.3 ถังสารละลายธาตุอาหาร ขนาด 100 ลิตร

3.2.4 วิธีการทดลอง

เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

3.2.5 การเก็บข้อมูล

โดยบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต โดยเก็บข้อมูล ทุก 4 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์

3.2.5.1 วัดความกว้างใบ ความยาวใบ และความหนา ของต้นร็อกเกตสลัด โดยวัดใบที่ 3 จากยอด

3.2.5.2 วัดความสูงของต้นร็อกเกตสลัด ใช้ไม้บรรทัดวัดจากบริเวณ โคนต้นจนถึงปลายของใบที่ยาวที่สุด

3.2.5.3 จำนวนใบของต้นร็อกเกตสลัด

3.2.5.4 ค่าความเขียวใบของต้นร็อกเกต

3.2.5.5 น้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นร็อกเกตสลัด โดยจะชั่งน้ำหนักรวมทั้งต้นแต่ไม่รวมราก

3.2.5.6 ผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่ (กรัม/ตารางเมตร) ของต้นร็อกเกตสลัด

3.2.5.7 จำนวนต้นเฉลี่ยต่อพื้นที่ (ต้น/ตารางเมตร) ของต้นร็อกเกตสลัด

3.2.5.8 ความชื้นภายในและภายนอกโรงเรือน

3.2.5.9 อุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

การทดลองที่ 1 อาคารเจ้าคุณทหาร ชั้น 5 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และการทดลองที่ 2 บริษัทผลิตพรรณไม้น้ำส่งออกไว้ท์เครน ประเทศไทยจำกัด จังหวัดฉะเชิงเทรา

3.4 ระยะเวลาในการทำวิจัย

12 เดือน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การทดลองที่ 1 ผลของระบบปลูกพืชไร่ดินแบบ DFT แนวตั้งต่อผลผลิตร็อกเกตสลัด (*Erucaversicaria sativa* L.)

การศึกษากาผลของระบบปลูกพืชไร่ดินแบบ DFT ในแนวตั้งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นร็อกเกตสลัด (*Erucaversicaria sativa* L.) (ความกว้างของใบ, ความยาวของใบ, ความสูงของลำต้น, จำนวนใบ, ค่าความเขียวใบ, น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อถ้วย) โดยทำการทดลองปลูกต้นร็อกเกตสลัดในระบบปลูก DFT ท่อ PVC 4 ทั้ง 2 โครงสร้างแบบรูปทรงสี่เหลี่ยมและรูปทรงสามเหลี่ยม เป็นระยะเวลา 25 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

4.1.1 การเจริญเติบโตของต้นร็อกเกตสลัด (*Erucaversicaria sativa* L.)

ผลการทดลองปลูกร็อกเกตสลัดในรูปแบบโครงสร้างที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างแนวตั้ง พบว่า ความกว้างใบ ความยาวใบ ความสูง จำนวนใบ และน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างกัน ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.1) มีเพียงความเขียวใบที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างชั้นปลูก พบว่าการเจริญเติบโตของร็อกเกตสลัดในชั้นบนสุด (ชั้นที่ 4) มีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยให้น้ำหนักต้นสูงที่สุดคือ 7.51 กรัม ความสูงต้นที่ 13.71 เซนติเมตร ความเขียวใบหรือ SPAD 40 ความกว้างใบ 3.45 เซนติเมตร ความยาวใบ 8.35 เซนติเมตร และจำนวนใบ 12.29 ใบ ส่วนชั้นที่ 3-1 ปริมาณผลผลิตจะลดลงมาก เนื่องจากเกิดการบังแสงกันในชั้นทำให้ต้นมีขนาดเล็กไม่สามารถนำไปจำหน่ายได้ ($P < 0.05$) (ภาพที่ 4.1)

ส่วนผลการทดลองปลูกร็อกเกตสลัดในรูปแบบที่ 2 รูปทรงสามเหลี่ยมทรงพีระมิดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง จะพบว่าโครงสร้างแบบรูปทรงพีระมิดมีการกระจายแสงได้ดีกว่า โครงสร้างแบบสี่เหลี่ยม โดยชั้นบนสุด (ชั้นที่ 4) มีค่าน้ำหนักต้นสดต่อถ้วยปลูกสูงที่สุดคือ 6.4 กรัม ความสูงต้น 13.58 เซนติเมตร ความเขียวใบหรือ SPAD 46.78 ความกว้างใบ 4.19 เซนติเมตร ความยาวใบ 8.12 เซนติเมตร จำนวนใบ 14.18 รองลงมาคือชั้น ที่ 3 2 และ 1 ตามลำดับและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ซึ่งชั้นที่ 1 ต้นมีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถจำหน่ายได้ (ตารางที่ 4.2) (ภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.1 การเจริญเติบโตของร็อกเกตสดัด ในระบบ DFT รูปแบบโครงสร้างที่ 1 ทรงสี่เหลี่ยม



ภาพที่ 4.2 การเจริญเติบโตของร็อกเกตสดัด ในระบบ DFT รูปแบบโครงสร้างที่ 2 ทรงสามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงการเจริญเติบโตของร็อกเก็ตสลัดใน โครงสร้างแบบสี่เหลี่ยมระหว่างแถว แนวตั้งเมื่อ สิ้นสุดการทดลอง

แถว	1	2	3	4	5	6	7	8	F-test
ความกว้างใบ (ซม.)	2.60	2.39	2.22	2.19	2.11	2.14	2.35	2.52	ns
ความยาวใบ (ซม.)	6.37	5.78	5.37	4.88	4.63	4.33	4.66	5.26	ns
ความสูงต้น (ซม.)	10.56	10.00	9.34	8.77	8.75	9.08	9.59	10.18	ns
จำนวนใบ (ใบ/ต้น)	10.94	10.42	10.55	10.36	9.73	10.22	10.22	10.56	ns
ความเขียวใบ	40.08a	38.35ab	36.70bc	34.34c	34.44c	34.29c	34.72c	37.05bc	*
น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)	4.08	3.38	3.03	2.83	2.85	2.60	2.76	2.93	ns

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 4.2 แสดงการเจริญเติบโตของร็อกเก็ตสลัดใน โครงสร้างแบบสี่เหลี่ยมระหว่างชั้นปลูก เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ชั้น	4	3	2	1	F-test
ความกว้างใบ (ซม.)	3.45 ^a	2.29 ^b	1.89 ^c	1.62 ^d	*
ความยาวใบ (ซม.)	8.35 ^a	5.17 ^b	3.69 ^c	3.42 ^c	*
ความสูงต้น (ซม.)	13.71 ^a	10.17 ^b	8.02 ^c	6.22 ^d	*
จำนวนใบ (ใบ/ต้น)	12.29 ^a	10.27 ^b	9.91 ^b	9.01 ^c	*
ความเขียวใบ	40.00 ^a	35.74 ^b	35.34 ^{bc}	33.09 ^c	*
น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)	7.51 ^a	2.19 ^b	1.33 ^c	1.19 ^d	*

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงการเจริญเติบโตของร็อกเก็ตสลัดในโครงสร้างแบบสามเหลี่ยม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

วิธีการทดลอง	น้ำหนักต้น ต่อถ้วยปลูก(กรัม)	ความสูง (ซม.)	จำนวนใบ	ความกว้าง (ซม.)	ความยาวใบ (ซม.)	ความเขียว
L4C1(ชั้นบนสุด)	5.92ab	13.58a	13.37b	4.19a	7.72ab	42.38b
L4C2	6.42a	13.33a	14.18a	4.02ab	8.12a	46.78a
L3C1	4.97bc	11.96abc	11.81cde	3.86ab	6.44cd	43.64ab
L3C2	4.47cd	11.77abcd	12.25c	3.63bc	6.91bc	42.37b
L3C3	4.78bc	11.37bcd	12.06cd	3.73bc	6.41cd	42.46b
L3C4	4.18cde	11.18bcd	12.50c	3.40cd	6.44cd	43.95ab
L2C1	3.76cde	11.21bcd	12.00cd	3.04def	5.89cde	42.90ab
L2C2	3.22def	11.00bcd	11.31def	3.12de	5.68cdef	40.90bcde
L2C3	3.79cde	12.04ab	12.25c	3.01def	6.48cd	41.47bc
L2C4	3.20def	10.24bcde	11.12efg	3.09de	5.89cde	40.80bcde
L2C5	3.21def	10.05cde	11.81cde	3.15de	5.66cdef	40.77bcde
L2C6	3.27def	10.01de	11.06efgh	3.05def	5.33defgh	37.54cdef
L1C1	3.03ef	10.96bcd	10.81fghi	2.95ef	5.33defgh	41.22bcd
L1C2	2.90efg	11.39bcd	10.50ghij	2.91ef	5.54defg	40.52bcde
L1C3	2.27fgh	9.97de	10.31hij	2.77efg	5.14defgh	35.42f
L1C4	1.68fg	8.84e	9.75j	2.62fgh	4.65efghi	36.78ef
L1C5	1.13h	8.35e	9.75j	2.28h	4.32ghi	35.22f
L1C6	1.54h	8.49e	9.93j	2.44gh	4.41fghi	35.78f
L1C7	1.46h	8.74e	10.18ij	2.32h	4.32ghi	37.04def
L1C8	1.45h	8.45e	8.81j	2.33h	3.78i	37.18cdef
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V.(%)	25.13	10.8909	4.3558	8.7493	14.0154	6.5561

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน ในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

หมายเหตุ : * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

(P<0.05) L = ชั้นแนวนอน C = ชั้นแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า การปลูกหรือก่อกเทศสัดทั้ง 2 รูปแบบนอกจากชั้นบนสุดแล้ว การเจริญเติบโตของร็อกเกตสัดนั้น ไม่สามารถให้ผลผลิตที่ดีได้เพราะเนื่องจากเกิดการบังแสงกัน เพราะแสงเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของพืช (José *et al.* 2012) โดยเฉพาะร็อกเกตสัดต้องการแสงในการเจริญเติบโตมาก และพืชที่อยู่ในทิศตะวันตกจะมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าพืชที่ปลูกอยู่ส่วนกลางและทิศตะวันออกของระบบปลูก เนื่องจากในทิศตะวันตกจะได้รับแสงที่มีความเข้มสูงกว่า

4.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาการเจริญเติบโตของพรรณไม้้ำาสกุลอนุเบียสที่ปลูกด้วยระบบ DFT แนวตั้ง และเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้้ำาสกุลอนุเบียสที่บริษัท ไร่ท์เกรน จังหวัด ฉะเชิงเทรา ที่ปลูกด้วยระบบทราย

การศึกษากการเจริญเติบโตของพรรณไม้้ำาในระบบปลูก DFT แนวตั้งที่มีผลต่อการต้นอนุเบียสบาร์เทอร์ บรอดลีฟ (*Anubias barteri* "broad leaf") (ความกว้างของใบ, ความยาวของใบ, ความหนาของใบ, ความสูงของลำต้น, จำนวนใบ, ค่าความเขียวใบ, น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้น, ผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่ และจำนวนต้นเฉลี่ยต่อพื้นที่) โดยทำการทดลองปลูกพรรณไม้้ำาในระบบปลูก DFT ทั้งสองรูปแบบ คือ รูปแบบโครงสร้างทรงสี่เหลี่ยมและรูปแบบโครงสร้างทรงสามเหลี่ยม และเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้้ำาที่ปลูกแบบดั้งเดิม คือปลูกด้วยระบบทราย ที่บริษัท ไร่ท์เกรน เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ ได้ผลการทดลองดังนี้

4.2.1 การเจริญเติบโตของพรรณไม้้ำาสกุลอนุเบียส (*Anubias sp.*) โครงสร้าง DFT รูปทรงสี่เหลี่ยม แนวตั้ง 4 ชั้น เมื่อสิ้นสุดการทดลอง จากการศึกษาผลของระดับชั้นปลูก ต่อการเจริญเติบโตของต้นอนุเบียสบาร์เทอร์บรอดลีฟในระบบปลูก DFT แนวอน 4 ชั้น (โครงสร้างสี่เหลี่ยม) เป็นเวลา 16 สัปดาห์ (ตารางผนวกที่ ค.1-ค.5) พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างของความกว้างใบ ความยาวใบ ความหนาใบ ความสูงต้น จำนวนใบ และน้ำหนักสดของต้นอนุเบียสบาร์เทอร์บรอดลีฟระหว่างระดับชั้นปลูกที่ทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) มีเพียงความเขียวใบที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.3) (ภาพที่ 4.1)

ตารางที่ 4.4 การเจริญเติบโตของต้น *A. barteri* "broad leaf" ในระบบปลูก DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ชั้นที่	1	2	3	4	F-test
ความกว้างใบ (ซม.)	1.98±0.05	2.10±0.16	2.16±0.07	2.19±0.07	ns
ความยาวใบ (ซม.)	3.25±0.10	3.40±0.12	3.43±0.11	3.57±0.12	ns
ความหนาใบ (มม.)	0.44±0.02	0.47±0.02	0.45±0.01	0.45±0.01	ns
ความสูงต้น (ซม.)	5.22±0.20	5.56±0.21	5.58±0.22	5.68±0.22	ns
จำนวนใบ (ใบ/ต้น)	8.69±0.26	8.81±0.20	8.83±0.23	9.11±0.23	ns
ความเขียวใบ	46.18±0.94 ^b	46.06±1.14 ^b	45.71±1.13 ^b	50.33±1.02 ^a	*
น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)	2.96±0.40	3.21±0.43	2.91±0.34	3.12±0.41	ns

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 4.3 การเจริญเติบโตของต้น *A. barteri* "broad leaf" ในระบบปลูก DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การเจริญเติบโตของพรรณไม้้ำสกุลอนูเบียส (*Anubias* sp.) โครงสร้าง DFT รูปทรงสามเหลี่ยม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

จากการศึกษาผลของระดับชั้นปลูก ต่อการเจริญเติบโตของต้นอนูเบียสบาร์เทอร์ บรอดลีฟ ในระบบปลูก DFT (โครงสร้างสามเหลี่ยม) เป็นเวลา 16 สัปดาห์ (ตารางผนวกที่ ค.6-ค.10) พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ค่าการเจริญเติบโตของความกว้างใบ ความยาวใบ ความหนาใบ ความสูงต้น จำนวนใบ ความเขียวใบ และน้ำหนักสดของต้นอนูเบียสบาร์เทอร์ บรอดลีฟไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างระดับชั้นปลูกที่ทดลอง

ตารางที่ 4.5 การเจริญเติบโตของต้น *A. barteri* "broad leaf" ในระบบปลูก DFT โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ชั้นที่	1	2	3	4	F-test
ความกว้างใบ (ซม.)	1.86±0.04	2.12±0.05	2.07±0.08	1.96±0.12	ns
ความยาวใบ (ซม.)	3.17±0.09	3.1±0.13	3.62±0.31	3.66±0.21	ns
ความหนาใบ (มม.)	0.40±0.01	0.41±0.01	0.45±0.02	0.44±0.03	ns
ความสูงต้น (ซม.)	5.81±0.16	5.77±0.21	6.41±0.28	6.24±0.37	ns
จำนวนใบ (ใบ/ต้น)	8.56±0.20	8.94±0.19	9.17±0.34	9.33±0.47	ns
ความเขียวใบ	46.88±0.76	48.46±0.95	48.43±1.52	49.75±1.96	ns
น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)	2.70±0.19	2.86±0.22	3.50±0.31	3.70±0.52	ns

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



ภาพที่ 4.4 การเจริญเติบโตของต้น *A. barteri* "broad leaf" ในระบบปลูก DFT โครงสร้างรูปทรง

สามเหลี่ยมเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นอนุเบียสที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยมกับ ระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม และระบบทราย เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

จากการเปรียบเทียบผลการปลูกต้นอนุเบียสบาร์เทอร์บรอดลีระหว่างระบบ DFT แบบโครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยมและ ระบบปลูกแบบทราย (ตารางที่ 4.5) พบว่า ความกว้างใบ ความยาวใบ ความหนาใบ ความสูงต้น ความเขียวและน้ำหนักสด มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) และจำนวนใบ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของของต้น *A. barteri* “broad leaf” ในระบบปลูก DFT แนวนอน 4 ชั้น โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม และระบบทรายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

การเจริญเติบโต	ระบบสี่เหลี่ยม	ระบบสามเหลี่ยม	ระบบทราย	F-test
ความกว้างใบ (ซม.)	2.13±0.03 ^b	2.00±0.05 ^c	2.85±0.11 ^a	*
ความยาวใบ (ซม.)	3.46±0.04 ^b	3.39±0.15 ^c	4.33±0.05 ^a	*
ความหนาใบ (มม.)	0.45±0.01 ^b	0.42±0.01 ^c	0.54±0.02 ^a	*
ความสูงต้น (ซม.)	5.51±0.10 ^c	6.06±0.16 ^b	6.73±0.38 ^a	*
จำนวนใบ (ใบ/ต้น)	8.86±0.09	9.00±0.17	9.11±0.22	ns
ความเขียว	47.07±1.09 ^c	48.38±0.59 ^b	62.74±0.72 ^a	*
น้ำหนักสด(กรัม/ต้น)	3.01±0.04 ^c	3.19±0.24 ^b	8.21±0.35 ^a	*

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

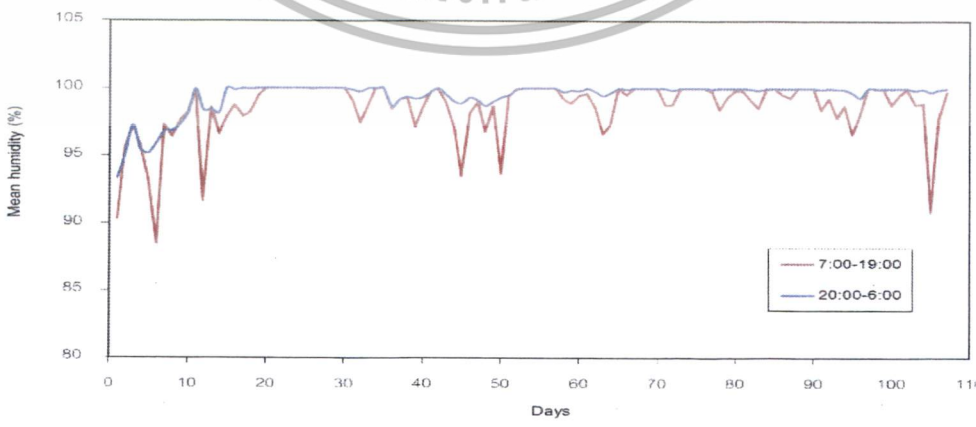
4.2.4 สภาพแวดล้อมภายในและภายนอกโรงเรือน ของบริษัท ไร่ที่นครน ประเทศไทยจำกัด

สภาพแวดล้อมของบริเวณทดลองการทดสอบระบบปลูก DFT แนวนอนเป็นชั้น และการจัดการธาตุอาหารในการเลี้ยงพรรณไม้น้ำสกุลอนุเบียส ที่บริษัทส่งออกพรรณไม้น้ำ จังหวัดฉะเชิงเทราประกอบด้วยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในโรงเรือน และเก็บข้อมูลอุณหภูมิของอากาศของด้านนอกโรงเรือนในระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงสิงหาคม 2556 โดยกำหนดเงื่อนไขของการใช้งานโรงเรือนที่ให้ความชื้น โดยการตั้งเวลาเปิด-ปิดเครื่องให้ความชื้นเป็นดังนี้ เริ่มเปิดระบบตั้งแต่วเวลา 9.00-13.00 น. มีการทำงาน 15 นาที หยุด 15 นาที และหลังจาก 13.00 น. เครื่องให้ความชื้นจะทำงานตลอดเวลา จนถึงเวลา 17.00 น. จึงหยุดการทำงาน พบว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนในช่วงเวลากลางวัน คือระหว่าง 7.00-19.00 น. มีค่าเฉลี่ย สูงสุด และต่ำสุด เท่ากับ 28.76, 31.45 และ 26.03 องศาเซลเซียส ช่วงเวลากลางคืน คือระหว่าง 20.00-6.00 น. มีค่าเฉลี่ย สูงสุด และต่ำสุด เท่ากับ 26.29, 28.81 และ 25.16 องศาเซลเซียส ตามลำดับตลอดระยะเวลาการเก็บข้อมูลและเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนช่วงเวลากลางวันเฉลี่ย สูงสุด และต่ำสุดมีค่าร้อยละ 98.57, 100.00 และ 88.52 ตามลำดับ ส่วนช่วงเวลากลางคืนมีค่าเฉลี่ย สูงสุด ต่ำสุด เป็นร้อยละ 99.44, 100.00 และ 93.33 เมื่อพิจารณาช่วงเวลาระหว่างวัน (7.00-19.00 น.) พบว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนมีค่าสูงสุด ช่วงเวลา 11.00-16.00 น. ที่ประมาณ 29.40-30.27 องศาเซลเซียส และลดลงหลังจากเวลา 16.00 น. จนกระทั่งลงไปต่ำสุดในช่วงเวลา 06.00 น. ที่ 25.73 องศาเซลเซียส ในทำนองเดียวกันความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในโรงเรือนจะลดลงต่ำสุดในช่วงเวลาเดียวกันกับที่มีอุณหภูมิสูงสุดของวันด้วย คือประมาณร้อยละ 97.98-98.66 และความชื้นสัมพัทธ์จะสูงขึ้นหลังจากเวลา 16.00 น. จนกระทั่งเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงเวลา 07.00 น. ที่ประมาณร้อยละ 99.60 การเพิ่มขึ้นและลดลงของอุณหภูมิภายในโรงเรือนจะสัมพันธ์กับอุณหภูมิของอากาศภายนอกโรงเรือน โดยพบว่าอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนช่วงเวลากลางวันมีค่าเฉลี่ย สูงสุด และต่ำสุด เท่ากับ 31.23, 34.79 และ 27.85 องศาเซลเซียส ส่วนช่วงเวลากลางคืนมีค่าเฉลี่ย สูงสุด และต่ำสุด เท่ากับ 27.65, 29.75 และ 26.50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ



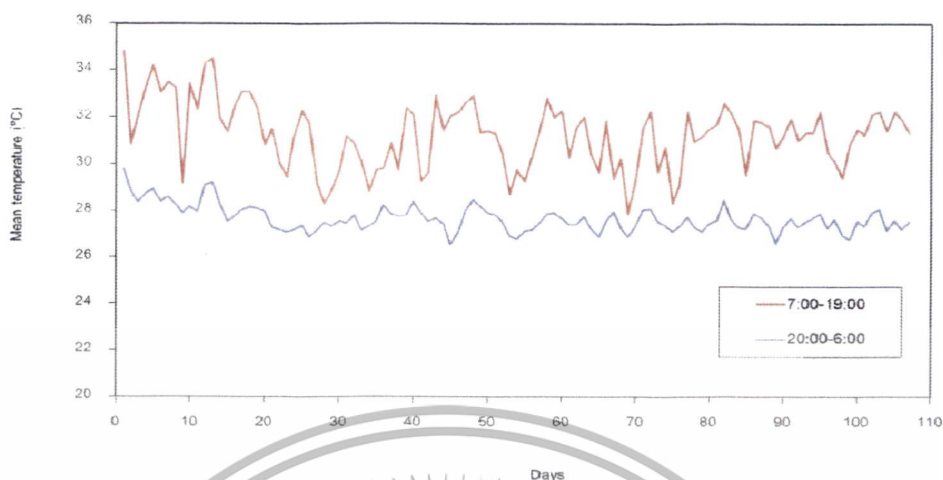
ภาพที่ 4.5 อุณหภูมิภายในโรงเรือนช่วงเวลากลางวันและกลางคืนของบริษัทไวก้าเทรค ประเทศไทยจำกัด 17 พฤษภาคม – 31 สิงหาคม 2556



ภาพที่ 4.6 ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนช่วงเวลากลางวันและกลางคืน ของบริษัทไวก้าเทรค ประเทศไทยจำกัด 17 พฤษภาคม – 31 สิงหาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 อุณหภูมิของอากาศนอกโรงเรียนช่วงเวลากลางวันและกลางคืน ของบริษัท ไวท์เครน ประเทศไทยจำกัด 17 พฤษภาคม – 31 สิงหาคม 2556

4.2.5 ต้นทุนการผลิตพรรณไม้น้ำสก๊อตอเนียบ

ต้นทุนระบบปลูกพรรณไม้น้ำสก๊อตอเนียบ (ตารางที่ 4.6) โดยใช้ระบบ Deep Flow Technique (DFT) ประกอบด้วย ระบบปลูก ที่ใช้ท่อพีวีซี ขนาด 2 นิ้ว โตะปลูกที่ใช้ที่เหล็กประเภท ขนาด ½ นิ้ว ป้อนน้ำ ถึงสารละลาย อุปกรณ์ข้อต่อ และอุปกรณ์ทั่วไป โดยใช้ระบบ DFT แนวนอน 4 ชั้น ทำให้ได้พื้นที่ปลูก 2.34 ตารางเมตร โดยที่รูปแบบโครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม มีต้นทุน ประมาณ 2,770.93 บาทต่อตารางเมตร ราคาต้นทุนต้นละ 6.9 บาท และรูปแบบโครงสร้างรูปทรง สามเหลี่ยม มีต้นทุนประมาณ 2,179.2 บาทต่อตารางเมตร ราคาต้นทุนต้นละ 6.5 บาท โดยไม่รวม ค่าแรงงาน ซึ่งต้นทุนในส่วนของโครงสร้างนั้นมีอายุการใช้งานอย่างน้อย 5 ปี จะสามารถปลูกได้ อย่างน้อย 10 รอบการปลูก ดังนั้นการปลูกพรรณไม้น้ำในโครงสร้างรูปแบบทรงสี่เหลี่ยม สามารถ ปลูกต้นอเนียบได้ 400 ต้นต่อตารางเมตร และมีน้ำหนักสด 1,204 กรัมต่อตารางเมตร จะได้กำไร สูงสุดที่ 7,556 บาท ส่วนโครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยมสามารถปลูกต้นอเนียบได้ 332.66 ต้นต่อ ตารางเมตรและมีน้ำหนักสด 1,041.16 กรัมต่อตารางเมตร จะได้กำไรสูงสุดที่ 6,593 บาท

เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างระบบปลูก DFT ทั้งสองระบบแล้ว ระบบปลูกรูปแบบโครงสร้าง รูปทรงสามเหลี่ยมมีต้นทุนที่ถูกกว่าโครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม แต่ด้วยจำนวนต้นที่ปลูกภายใน โครงสร้างของรูปแบบรูปทรงสี่เหลี่ยมมีจำนวนมากกว่า จึงทำโครงสร้างรูปสี่เหลี่ยมได้กำไรที่สูง กว่าโครงสร้างสามเหลี่ยม 963 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ค่าลงทุนการผลิตพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส ระบบปลูก DFT แบบโครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม และ โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม

โครงสร้าง	ค่า		ค่าต้นกล้า (บาท)	ต้นทุน (บาท)	จำนวนผลผลิต (ต้น)	มูลค่าผลผลิต (บาท)	กำไรต่อโครงสร้าง (บาท)
	ค่าโครงสร้าง	ค่าสารละลายต่อรอบการปลูก					
สี่เหลี่ยม	1,700	1,040	3,744	6,484	936	14,040	7,556
สามเหลี่ยม	1,337	650	3,120	5,107	780	11,700	6,593

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ 1 แสดงให้เห็นว่า การปลูกหรือเกิดสลัดทั้ง 2 รูปแบบนอกจากชั้นบนสุดแล้วการเจริญเติบโตของร็อกเกตสลัดนั้นไม่สามารถให้ผลผลิตที่ดีได้เพราะเนื่องจากเกิดการบังแสงกัน เพราะแสงเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของพืช (José *et al.* 2012) โดยเฉพาะร็อกเกตสลัดต้องการแสงในการเจริญเติบโตมาก และพืชที่อยู่ในทิศตะวันตกจะมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าพืชที่ปลูกอยู่ส่วนกลางและทิศตะวันออกของระบบปลูก เนื่องจากในทิศตะวันตกจะได้รับแสงที่มีความเข้มสูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Matsuda *et al.* (2014) พบว่ามะเขือได้ที่รับแสงอย่างต่อเนื่องจะมีการเจริญที่ดีกว่ามะเขือเทศที่ได้รับแสงอย่างจำกัดและในการศึกษาทดลองที่ 2 การปลูกพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส ทั้ง 2 รูปแบบนั้น สามารถเจริญเติบโตได้ เนื่องจากพรรณไม้น้ำอนูเบียสเป็นพืชที่ต้องการแสงน้อยในการเจริญเติบโต 3,000-7,500 ลักซ์ (นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และคณะ. 2552) จึงไม่มีปัญหาเรื่องการบังแสงกันภายในชั้นปลูก ซึ่งสอดคล้องกับ ปรีดาพร คุณชี่ (2556) ซึ่งรายงานว่าการปลูกพรรณไม้น้ำในแนวสูงสามารถเจริญเติบโตได้ และเมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกพรรณไม้น้ำแบบดั้งเดิมหรือระบบปลูกด้วยทรายแล้ว พบว่าจำนวนใบไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งลักษณะของต้นอนูเบียสบาร์เทอร์รับรองสิทธิ์ที่ตลาดต้องการ จะมีการพิจารณาจากความสูงของต้น และจำนวนใบ เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการจำหน่ายแบ่งออกเป็น 3 ขนาด คือ ขนาด S มีความสูงต้นไม่เกิน 4 นิ้ว ขนาด M มีความสูงต้น 4-6 นิ้ว และ ขนาด L มีความสูงต้นมากกว่า 6 นิ้ว ซึ่งทั้ง 3 ขนาดต้องมีจำนวนใบไม่น้อยกว่า 6 ใบต่อต้น ลักษณะใบต้องสมบูรณ์ ใบไม่ไหม้ (สมเกียรติ สีสนอง. 2556) เมื่อพิจารณาผลผลิตที่ได้จากการทดลอง มีลักษณะตรงกับความต้องการของตลาด จึงถือได้ว่ารูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยเฉพาะโครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยมนั้นให้ปริมาณต้นต่อพื้นที่ปลูกมากกว่าระบบปลูกแบบดั้งเดิมถึง 4 เท่า จึงเหมาะสมต่อการผลิตพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

ศึกษาผลของระบบปลูกพืชไร่ดินแบบ DFT แนวตั้งต่อผลผลิตร็อกเกตสลัด

จากการศึกษาระบบปลูกพืชไร่ดินแบบ DFT แนวตั้งต่อผลผลิตร็อกเกตสลัด (*Eruca vesicaria*) เป็นระยะเวลา 25 วัน พบว่า ต้นร็อกเกตสลัดที่ปลูกในโครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม นั้นมีเพียงชั้นบนสุด (ชั้นที่ 4) ที่มีการเจริญเติบโตได้ดี ส่วนในชั้นที่ 3 2 และ 1 มีการบดบังแสงกัน ภายในชั้นปลูก ทำให้ต้นมีขนาดเล็ก ไม่สามารถนำไปจำหน่ายได้ ($P < 0.05$) ส่วนโครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม นั้น มีการกระจายของแสงได้ดีกว่า โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม ทำให้ร็อกเกตสลัดเจริญเติบโตได้ ในชั้นอื่นๆ มีเพียงชั้นที่ต่ำสุด (ชั้นที่ 1) ที่ต้นมีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถนำไปจำหน่ายได้ ($P < 0.05$)

ดังนั้นการปลูกร็อกเกตสลัดในแนวตั้งด้วยระบบปลูกแบบ DFT นั้น ร็อกเกตสลัดสามารถเจริญเติบโตได้ดีในโครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยมเพราะมีการกระจายแสงได้ดีกว่าโครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม

ศึกษาการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียสที่ปลูกด้วยระบบ DFT แนวตั้ง และเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำ ที่ปลูกด้วยระบบทราย

จากการเปรียบเทียบระบบที่พัฒนาขึ้น (ระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยมและโครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม) กับระบบทราย เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า การเจริญเติบโตของ *A. barteri* “broad leaf” มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) *A. barteri* “broad leaf” ที่ปลูกในระบบทรายมีการเจริญเติบโตดีที่สุด ($P < 0.05$) ทั้งความกว้างใบ ความยาวใบ ความหนาใบ ความสูงต้น ความเขียวใบ และน้ำหนักสด มีเพียงจำนวนใบที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) และเมื่อพิจารณาถึงการใช้พื้นที่ในการผลิตให้มีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นเพื่อการส่งออกเชิงพาณิชย์ พบว่า ระบบ DFT ทั้งสองรูปแบบ มีประสิทธิภาพดีโดยสามารถเพิ่มพื้นที่ในการผลิตได้มาก และในรูปแบบโครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยมสามารถให้ผลผลิตขึ้นถึง 4 เท่า จึงเป็นระบบปลูกแบบไร่ดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส (*Anubias* sp.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

พืชทุกชนิดนั้นจะต้องอาศัยพลังงานที่ได้จากการสังเคราะห์แสงเพื่อการเจริญเติบโตฉะนั้น แสงมีความสำคัญอย่างมากต่อพืช ในการปลูกพืชกับระบบ DFT แนวตั้งที่พัฒนาขึ้นแสงแดดจะส่องไปยังชั้นปลูกในแต่ละชั้นจะลดหลั่นกันลงไป ทำให้แสงในชั้นปลูกด้านล่างจะได้รับแสงแดดน้อย ดังนั้นการปลูกพืชกับระบบที่พัฒนาขึ้น ควรเลือกพืชที่มีความต้องการแสงในการเจริญเติบโตต่ำ เช่น พืชไร่ ไม้พุ่ม ไม้ประดับ ไม้ดอก ก็จะสามารถเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ได้มากขึ้นถึง 4 เท่า และในส่วนของความชื้นซึ่งเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญในการเจริญเติบโตของพืชไร่ ไม้พุ่ม ไม้ดอก ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง นั้นพบว่าถ้าระดับความชื้นใน โรงเรือนที่ต่ำเกินไปส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโตของการปลูกพืชไร่ ไม้พุ่ม ไม้ประดับ ไม้ดอก ดังนั้นในการปลูกพืชไร่ ไม้พุ่ม ไม้ดอก โดยระบบการปลูกพืชแบบไร้ดินควรมีการให้ความชื้นที่ค่อนข้างสูงประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมกับพืชไร่ ไม้พุ่ม ไม้ดอก 25-30 องศาเซลเซียส จึงจะเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการเกษตร. 2550. ข้อมูลพรรณไม้น้ำส่งออก. เอกสารโรเนียว
 ดิเรก ทองอร่าม และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2544. “การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเชิงธุรกิจในประเทศไทย”. ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรม. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ดิเรก ทองอร่าม. 2546. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. ราชบุรี: ชรรมภ์การพิมพ์. 640
 หน้า.
- ดิเรก ทองอร่าม. 2547. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หลักการจัดการการผลิต และเทคโนโลยีการผลิต
 เชิงธุรกิจในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชูชาติ สันทรทรัพย์. 2550. เทคโนโลยีการผลิตพืชในโรงเรือน. บริษัทอิมินชอย. กรุงเทพฯ 125 หน้า
- ทาคากิ คุนิยูกิ. 2546. พรรณไม้น้ำ. กรุงเทพฯ: บริษัท ไรท์เครน อควาเรียม (ประเทศไทย) จำกัด. 47
 หน้า.
- ทัศนีย์ บุญเกียรติ. 2531. สรีระวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน. ภาควิชาพืชสวนคณะเกษตรศาสตร์
 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 195 หน้า.
- นนงูช เลหาะวิสุทธี และมัลลิกา มิตรน้อย. 2548. “การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำอะโกลนีมา
 (*Aglaonema simplex*)”. หน้า 267-274. ใน การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตร-
 ศาสตร์ ครั้งที่ 43. สาขาประมง. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- นนงูช เลหาะวิสุทธี. 2549. “การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำและระบบปลูกพรรณไม้น้ำ”. หน้า 9-
 36. ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมการเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำ. กรุงเทพฯ: คณะ
 เทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นนงูช เลหาะวิสุทธี, อัจฉรี เรืองเดช และทิพาภรณ์ เต็มพร้อม. 2552. “ผลของสารละลายธาตุอาหาร
 ต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำสกุลอนูเบียส”. หน้า 677-686. ใน การประชุมทาง
 วิชาการมหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 5. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและวิศวกรรม
 สิ่งแวดล้อม. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- นันทิมา สุทธิวรรณกุล. 2546. “ผลของการปลูกพรรณไม้น้ำร่วมกับการเลี้ยงปลาในระบบต่างๆ ที่มี
 ผลต่อผลผลิตและคุณภาพของน้ำ”. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
 ปฐพีวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ประมวล โกมารทัต. 2547. ผักและดอกไม้ในจานสลัด. สำนักพิมพ์บ้านและสวน. กรุงเทพฯ 125
 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์. 2550. การปลูกและดูแลรักษาพรรณไม้น้ำเพื่อการส่งออก. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เพชรกระรัต จำกัด.
- ปรีดาพร คุณที. 2555. “เปรียบเทียบระบบปลูกไร้ดินแนวตั้งเพิ่มเพิ่มผลผลิตพรรณไม้น้ำสกุลอนุเบียส (*Anubias* sp.)”. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชสวนบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ภววรรณตรี สมบุญโต. 2550. “การศึกษาความเป็นไปได้ของการเลี้ยงปลาทับทิมร่วมกับการปลูกผักโดยไม่ใช้ดินแบบ Dynamic Root Floating Technique (DRFT)”. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ, วันเพ็ญ มินกาญจน์ และศิริ วัฒนสว่าง. 2546. “ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นดาวกระจาย”. หน้า 1-24. ใน เอกสารวิชาการฉบับที่ 187. กรุงเทพฯ : กรมประมง.
- มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ, นงนุช เลหาะวิสุทธิ, อธิธิสุนทร นันทกิจ และยุทธนา เกียรติธร. 2548. “เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne crispatula* var. *balansae*) ในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน”. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 36 (5-6) ฉบับพิเศษ: 741 - 744.
- มัลลิกา มิตรน้อย. 2550. “การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของอเมซอนแอฟริกา (*Echinodorus africanus* K. Ratag) ที่ปลูกในระบบการปลูกพืชไร้ดินแบบ DEEP FLOW TECHNIQUE”. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ยุทธนา เกียรติธร. 2547. “ผลของสารละลายธาตุอาหารและระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne crispatula* var. *balansae*)”. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ยงยุทธ โอสสถภา. 2545. ธาตุอาหารพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 416 หน้า.
- วนาวรรณ จันท์หนูหงส์. 2539. พรรณไม้น้ำในตู้กระจก. กรุงเทพฯ: เจเนรัลบุคส์. 94 หน้า.
- วนาวรรณ จันท์หนูหงส์. 2552. พรรณไม้น้ำในตู้กระจก. บริษัทเจเนอรัลบุคส์ จำกัด. กรุงเทพฯ 44 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วันเพ็ญ มินิกาญจน์ และกาญจนรี พงษ์ฉวี. 2543. *พรรณไม้น้ำสวยงาม*. กรุงเทพฯ : กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- วันวิสาข์ บุญเรือง. 2552. “การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอัญชิวในระบบปลูกไร้ดินแบบ DEEP FLOW TECHNIQUE.” วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วิทยา สุริยานนท์. 2544. *ดินผสมพืชสวน*. ข่าวสารเกษตร 26: 12-23.
- เศรษฐมนต์ กาญจนกุล. 2551. *ร้อยพรรณพฤกษา พรรณไม้น้ำ*. กรุงเทพฯ: เศรษฐศิลป์.
- สุรภี ประชุมพล. 2555. “ผลของธาตุอาหารและความเป็นกรด-ด่างต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอัญชิวในระบบปลูกไร้ดินแบบ Deep Flow Technique”. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สมเกียรติ สีสนอง. 2548. “การผลิตพรรณไม้น้ำ *Ecinodotos ozelot* เพื่อการค้าด้วยการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน”. วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร. 36 (5-6) ฉบับพิเศษ: 779-781.
- สมเกียรติ สีสนอง ให้สัมภาษณ์, 21 เมษายน 2556. สุรภี ประชุมพล ผู้สัมภาษณ์. ลักษณะของพรรณไม้น้ำอัญชิวในระบบปลูกไร้ดินและอัญชิวในระบบปลูกไร้ดินที่ตลาดต้องการ. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สมภพ จิตะวสันต์. 2537. *หลักการผลิตผัก*. สำนักพิมพ์ริ้วเขียว. กรุงเทพฯ 217 หน้า.
- อานัฐ ดันโซ. 2555. *คู่มือการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (ไฮโดรโพนิกส์)*. พิมพ์ครั้งที่ 4. เชียงใหม่: ทรี โอ แอดเวอร์ไทซิง แอนด์ มีเดีย จำกัด.
- อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2545. “การปลูกพืชในวัสดุปลูก.” หน้า 46-97. ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รุ่นที่ 4. กรุงเทพฯ: คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2550. “ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการปลูกพืชไม่ใช้ดิน.” เอกสารประกอบการฝึกอบรมการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินรุ่นที่ 8. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 137 หน้า.
- Armstrong, J., Armstrong, W., Van der putten, W.H. 1996. “*Phragmites* die-back : bud and root death, blockages within the aeration and vascular systems and the possible role of phytotoxins”. *New Phytologist*. 133: 399-141.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Brunel, S. 2009. "Pathway analysis : aquatic imported in 10 EPPO countries". **Bulletin OEPP/EPPO Bulletin**. 39: 201-312.
- Chow, K.K., Price, T.V. and Hanger, B.C. 1992. "Nutritional requirements for growth and yield of strawberry in deep flow hydroponic systems." **Scientia Hort.** 52: 95-104.
- Cizkova, H., Brix, H., Kopecky, J., Lukavska, J. 1999. "Organic acids in the sediments of wetlands dominated by *Phragmites australis* : evidence of phytotoxic concentration". **Aquatic botany**. 64: 303-315.
- Filippo, D.A., Simona, E., and Roberta, N. 2008. "Glucosinolates in *Diplotaxis* and *Eruca* leaves: Diversity, taxonomic relations and applied aspects". **Phytochemistry**. 69: 187-199.
- Hamilton, J.M. and Fonseca, J.M. 2010. "Effect of Saline Irrigation Water on Antioxidants in Three Hydroponically Grown Leafy Vegetables: *Diplotaxis tenuifolia*, *Eruca sativa*, and *Lepidium sativum*". **Horticultural Science**. 45(4): 546-552.
- Han, E.T. 2002. **The Aquarium Plant Handbook**. Singapore: Oriental Aquarium (s) Pte Ltd.
- Hiscock, P. 2003. **Encyclopedia of Aquarium Plants**. New York: Inter Publishing.
- Jakse, M., Hacin, J. and Marsic, N.K. 2012. "Production of rocket (*Eruca sativa* Mill.) on plug trays and on a floating system in relation to reduced nitrate content". **Acta agriculturae Slovenica**. 101: 59-68.
- Jongput, B., Laohavisut, N. and Mitnoi, M. 2007. "Effect of ammonium- nitrogen concentration and Electric conductivity on the growth of African Swordplant (*Echinodorus africanus*) in hydroponics culture". **International Conference on Integration of Science & Technology for Sustainable Development Bangkok Thailand**. 26-27 April 2007, 504-507.
- José, C.G., Carlos, E.M.S., Gilberto, C.J. and Adamir, R.N.J. 2012. "Effect of light environment on growth of young plants of mahogany (*Swietenia macrophylla* King)". **Sci. For., Piracicaba**. 40: 337-344.
- Logendra, L.S., Gianfagna, T.J., and Janes, H.W. 2001. "Using Mini-Rockwool Blocks as Growing Media for Limited Cluster Tomato Production". **Hort Technology**. 11: 175-179.
- Matthew, H., Jobling, K.D. and Gordon, S. R. 2012. "Some perspectives on rocket as a vegetable crop". **Vegetable crops research bulletin**. 76: 21-41.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Mathew. 2001. **NFT and DFT Using the hydroponic Twist Pot** (2001, November 11). [Online] Available : <http://www.aquabloom.powerup.com.au/NFT%20andDFT%20.html>.
- Matsuda, R., Ozawa, N., and Fujiwara, K. 2014. "Leaf photosynthesis, plant growth, and carbohydrate accumulation of tomato under different photoperiods and diurnal temperature differences". **Scientia Horticulturae**. 170: 150-158.
- Minchin, P. E. H., Farrar, J.F., Thorpe, M.R. 1994. "Partition of carbon in spit root systems of barley : effect of temperature of the root". **Journal of Experimental Botany**. 45: 1103-1109.
- Muhlberg, H. 1982. **The Complete Guide to Water Plants**. EP Publishing Limited, London.
- Nhut, D.T., Huong, N.D.T., Khien, D.V. 2003. "Direct microtuber formation and enhanced growth in the acclimatization of in vitro plantlets of taro (*Colocasia esculenta*.) using hydroponics". **Scientia Horticulturae**. 101: 207-212.
- Park, K.W., Chiang, H.M., Won, H.J. and Jiang, H.K. 1995. "The effect of nutrient solution temperature on the absorption of water and mineral in leaf vegetables." **Journal of Korean Society for Horticultural Science**. 36(3): 309-316.
- Rakocy, J.E., Hargreaves, J.A., Bailey, D.S. 1993. "Nutrient accumulation in a recirculating aquaculture system integrated with hydroponics vegetable production." **In Proceeding of an Aquacultural Engineering Conference**. 148-158.
- Resh, M.H. 1978. **Hydroponic food production**. Wood bridge Press Publ. Co., Santa Barbara, California. 287 pp.
- Went, F.W. 1994. "Plant growth under controlled conditions. III. Correlation between various physiological processes and growth in the tomato plant". **American Journal Botany** 31: 597-681.
- Wierdak, R.N., Dzida, K., Rozek, E. and Jarosz, Z. 2012. "Effects of nitrogen and potassium fertilization on growth, yield and chemical composition of garden rocket". **Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus**. 11(2): 289-300.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.1 สารละลายธาตุอาหารพืชที่ใช้ในการทดลอง

เตรียมสารละลายธาตุอาหาร ดังตารางที่ ก.1 ละลายในน้ำ 20 ลิตร ได้สารละลายเข้มข้น 200 เท่า สำหรับการทดลองที่ 1 และ 2

ตารางที่ ก.1 องค์ประกอบสารละลายธาตุอาหารพืชที่ใช้สูตร KMITL2 ปริมาตร 20 ลิตร

สารเคมี	ปริมาณที่ใช้
สารละลาย A	
(Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O (กิโลกรัม)	3.767
Fe-EDDHA (กิโลกรัม)	0.303
สารละลาย B	
KNO ₃ (กิโลกรัม)	1.769
KH ₂ PO ₄ (กิโลกรัม)	0.653
MgSO ₄ ·7H ₂ O (กิโลกรัม)	1.037
ZnSO ₄ (กรัม)	4.756
CuSO ₄ ·5H ₂ O (กรัม)	1.016
MnSO ₄ ·H ₂ O (กรัม)	14.194
H ₃ BO ₃ (กรัม)	8.894
(NH ₄) ₂ MoO ₄ (กรัม)	0.343

ที่มา : นงนุช เกาหะวิสุทธิ. 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

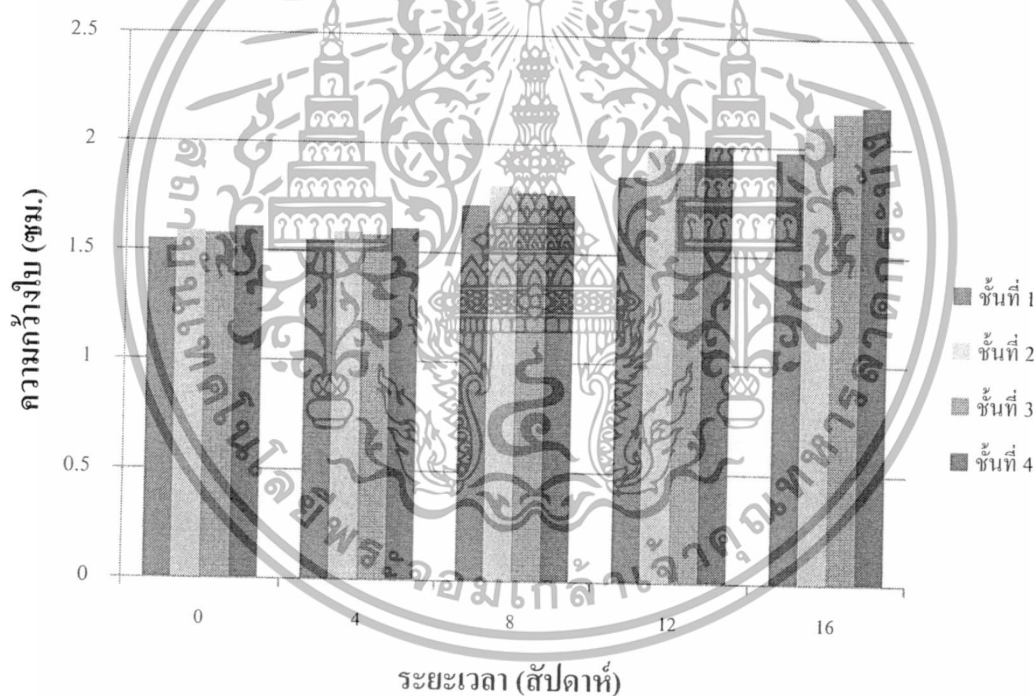


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ความกว้างใบ (เซนติเมตร/ใบ) ของต้น *A. barteri* "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

ชั้นที่	ระยะเวลา (สัปดาห์)				
	0	4	8	12	16
1	1.55±0.03	1.55±0.03	1.72±0.03	1.86±0.05	1.98±0.05
2	1.59±0.03	1.59±0.03	1.81±0.04	1.99±0.06	2.10±0.06
3	1.58±0.03	1.58±0.03	1.78±0.04	1.93±0.05	2.16±0.07
4	1.61±0.05	1.61±0.05	1.77±0.04	2.00±0.05	2.19±0.07
F-test	Ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



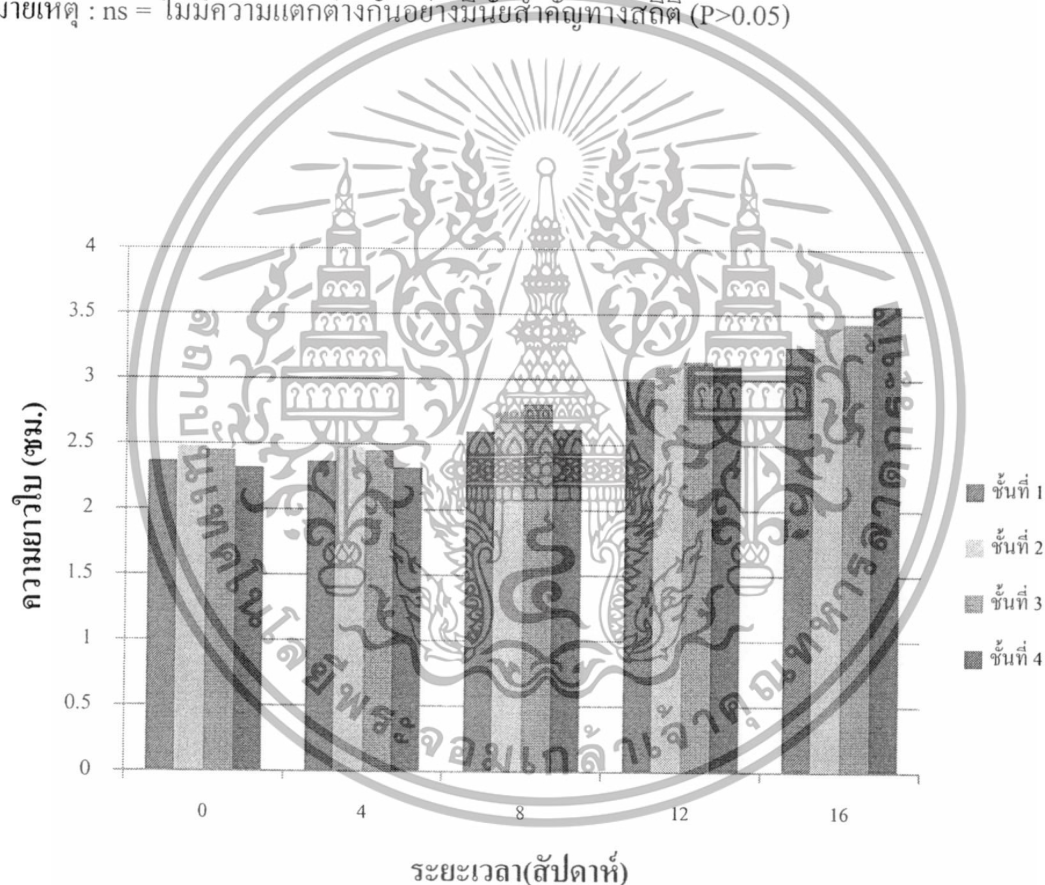
ภาพผนวกภาพที่ ข.1 ความกว้างใบ (เซนติเมตร/ใบ) ของต้น *A. barteri* "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 ความยาวใบ (เซนติเมตร/ใบ) ของต้น *A. barteri* "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

ชั้นที่	ระยะเวลา (สัปดาห์)				
	0	4	8	12	16
1	2.37±0.05	2.37±0.05	2.60±0.05	2.99±0.09	3.25±0.10
2	2.48±0.05	2.48±0.05	2.75±0.06	3.10±0.10	3.40±0.12
3	2.45±0.04	2.45±0.04	2.81±0.06	3.14±0.09	3.43±0.11
4	2.32±0.06	2.32±0.06	2.62±0.09	3.10±0.11	3.57±0.12
F-test	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)



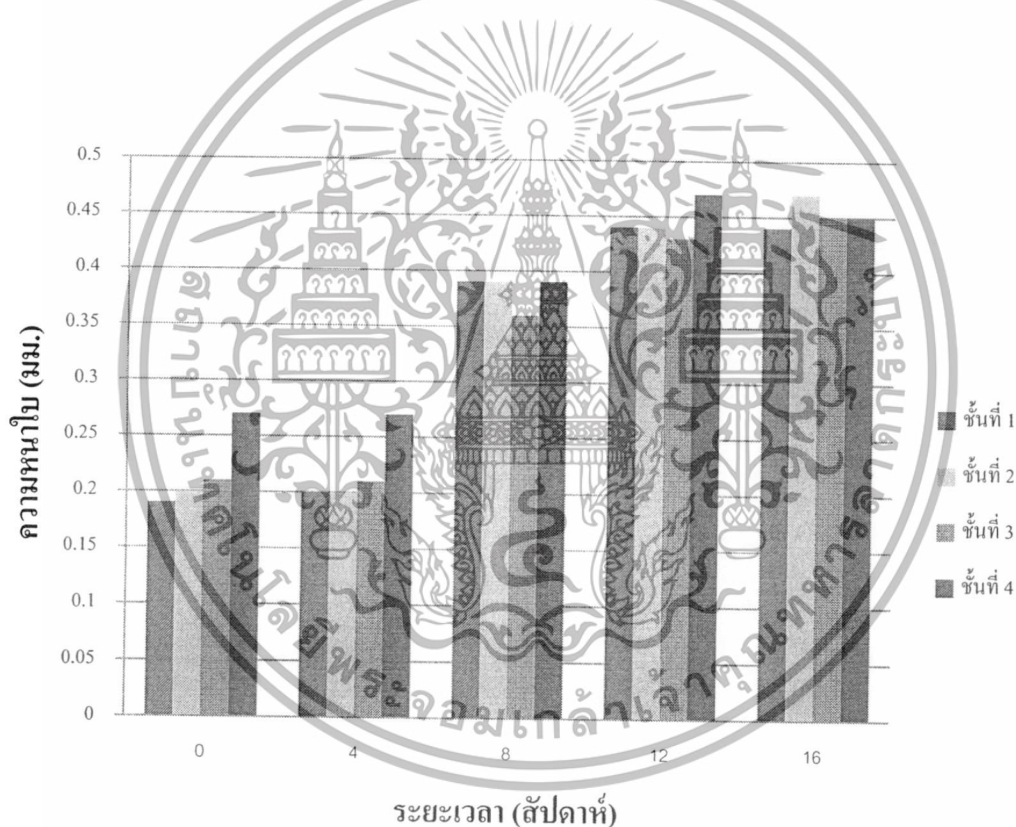
ภาคผนวกภาพที่ ข.2 ความยาวใบ (เซนติเมตร/ใบ) ของต้น *A. barteri* "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 ความหนา (มิลลิเมตร/ใบ) ของต้น *A. barteri* "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT
โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

ชั้นที่	ระยะเวลา (สัปดาห์)				
	0	4	8	12	16
1	0.19±0.00	0.20±0.01	0.39±0.01	0.44±0.02	0.44±0.02
2	0.20±0.00	0.20±0.00	0.39±0.02	0.44±0.02	0.47±0.02
3	0.21±0.00	0.21±0.00	0.36±0.02	0.43±0.01	0.45±0.01
4	0.27±0.05	0.27±0.05	0.39±0.02	0.47±0.01	0.45±0.01
F-test	Ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)



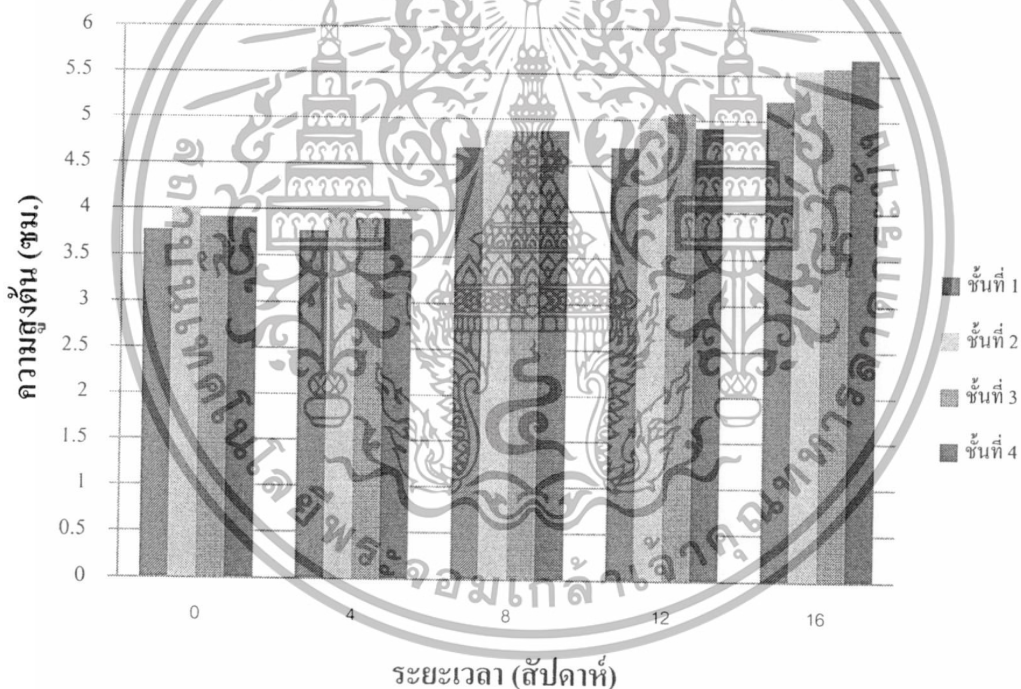
ภาคผนวกภาพที่ ข.3 ความหนาใบ (มิลลิเมตร/ใบ) ของต้น *A. barteri* "broad leaf" ที่ปลูกใน
ระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 ความสูงต้น (เซนติเมตร/ต้น) ของต้น *A. barteri* "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

ชั้นที่	ระยะเวลา (สัปดาห์)				
	0	4	8	12	16
1	3.77±0.10	3.77±0.10	4.69±0.17	4.70±0.17	5.22±0.20
2	4.02±0.08	4.02±0.08	4.88±0.16	5.03±0.18	5.56±0.21
3	3.91±0.09	3.91±0.09	4.87±0.17	5.08±0.19	5.58±0.22
4	3.91±0.11	3.91±0.11	4.88±0.17	4.92±0.15	5.68±0.22
F-test	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)



ภาพผนวกภาพที่ ข.4 ความสูงต้น (เซนติเมตร/ต้น) ของต้น *A. barteri* "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 จำนวนใบ (ใบ/ต้น) ของต้น *A. barteri* "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT
โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

ชั้นที่	ระยะเวลา (สัปดาห์)				
	0	4	8	12	16
1	6.92±0.22	6.92±0.22	7.19±0.19	7.92±0.25	8.69±0.26
2	7.00±0.17	7.00±0.17	7.56±0.22	8.11±0.24	8.81±0.20
3	7.17±0.20	7.17±0.20	7.67±0.24	7.97±0.26	8.83±0.23
4	6.72±0.20	6.72±0.20	7.33±0.22	7.44±0.24	9.11±0.23
F-test	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)



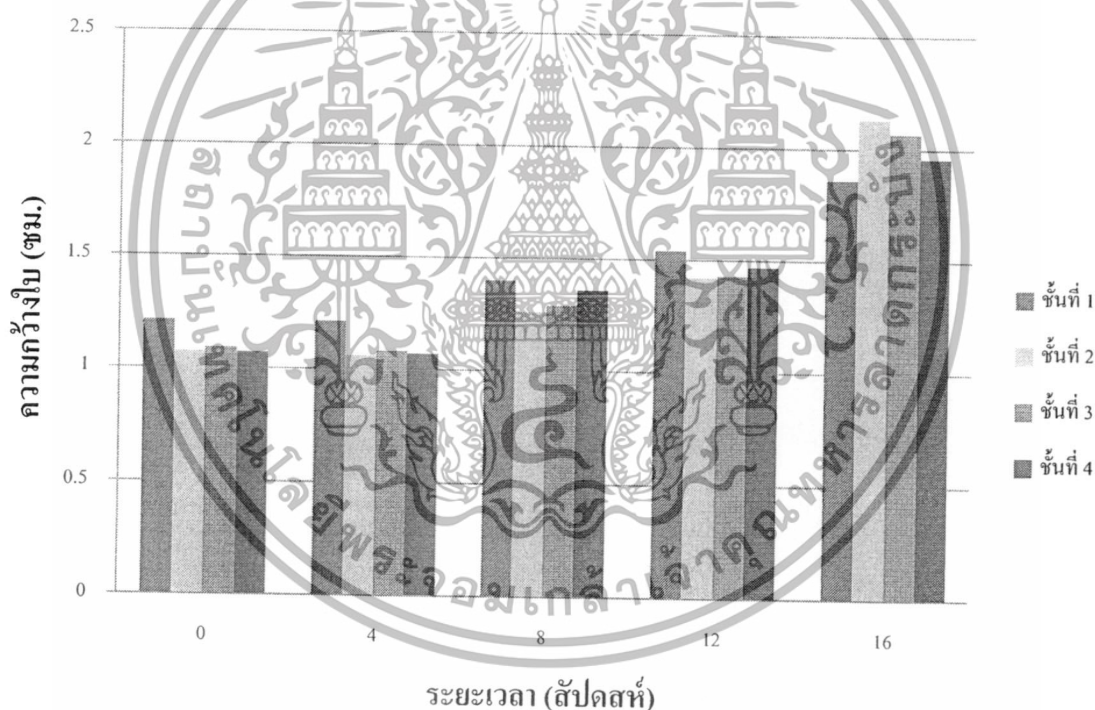
ภาคผนวกภาพที่ ข.5 จำนวนใบ (ใบ/ต้น) ของต้น *A. barteri* "broad leaf" ที่ปลูกใน
ระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 ความกว้างใบ (เซนติเมตร/ใบ) ของต้น *A. barteri* "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

ชั้นที่	ระยะเวลา (สัปดาห์)				
	0	4	8	12	16
1	1.21±0.02	1.21±0.03	1.40±0.03	1.54±0.03	1.86±0.04
2	1.07±0.07	1.06±0.04	1.26±0.05	1.42±0.05	2.13±0.05
3	1.09±0.04	1.08±0.07	1.29±0.06	1.43±0.05	2.07±0.08
4	1.07±0.04	1.07±0.06	1.36±0.06	1.47±0.05	1.96±0.12
F-test	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)



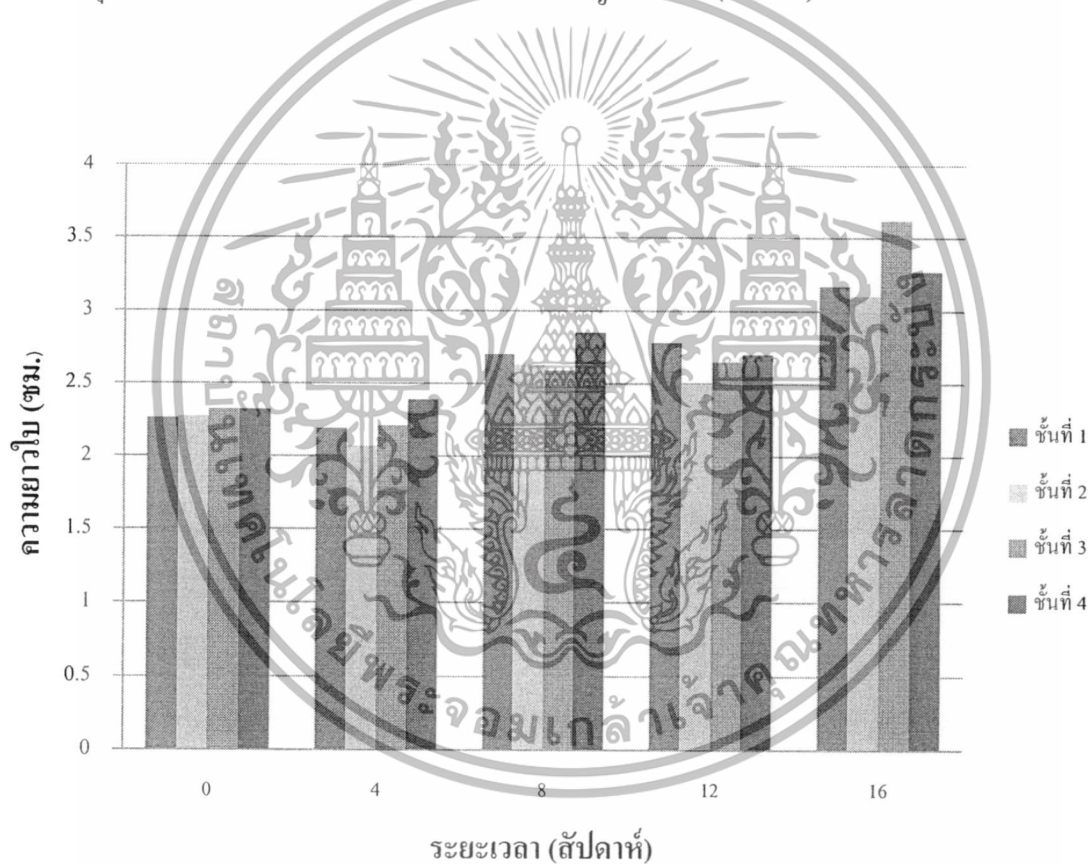
ภาคผนวกภาพที่ ข.6 ความกว้างใบ (เซนติเมตร/ใบ) ของต้น *A. barteri* "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.7 ความยาวใบ (เซนติเมตร/ใบ) ของต้น *A. barteri* "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

ชั้นที่	ระยะเวลา (สัปดาห์)				
	0	4	8	12	16
1	2.26±0.04 ^{ab}	2.19±0.05	2.70±0.07	2.78±0.07 ^a	3.17±0.09
2	2.27±0.06 ^c	2.07±0.06	2.63±0.08	2.50±0.07 ^c	3.10±0.13
3	2.32±0.08 ^{ab}	2.21±0.09	2.59±0.12	2.65±0.09 ^{ab}	3.62±0.31
4	2.32±0.10 ^a	2.39±0.11	2.85±0.13	2.70±0.12 ^{ab}	3.27±0.21
F-test	ns	*	ns	*	ns

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)



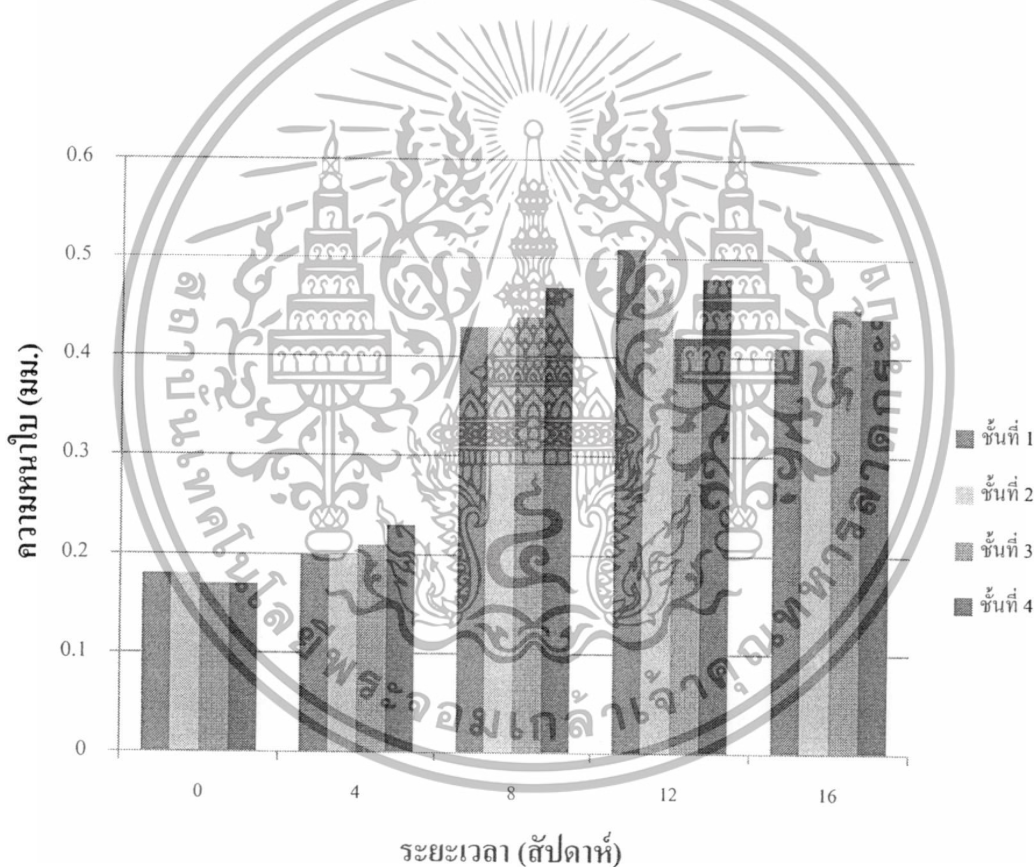
ภาคผนวกภาพที่ ข.7 ความยาวใบ (เซนติเมตร/ใบ) ของต้น *A. barteri* "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.8 ความหนา (มิลลิเมตร/ใบ) ของต้น *A. barteri* "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

ชั้นที่	ระยะเวลา (สัปดาห์)				
	0	4	8	12	16
1	0.18±0.00	0.20±0.00	0.43±0.02	0.51±0.02	0.41±0.01
2	0.18±0.00	0.20±0.00	0.43±0.01	0.47±0.02	0.41±0.02
3	0.17±0.00	0.21±0.00	0.44±0.02	0.42±0.03	0.45±0.02
4	0.17±0.00	0.23±0.00	0.47±0.03	0.48±0.05	0.44±0.03
F-test	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)



ภาพผนวกภาพที่ ข.8 ความหนาใบ (มิลลิเมตร/ใบ) ของต้น *A. barteri* "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.9 ความสูงต้น (เซนติเมตร/ต้น) ของต้น *A. barteri* "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

ชั้นที่	ระยะเวลา (สัปดาห์)				
	0	4	8	12	16
1	2.81±0.06	3.86±0.08	4.84±0.13	5.62±0.13	5.81±0.16
2	2.86±0.08	3.71±0.11	4.57±0.17	5.43±0.20	5.77±0.21
3	2.96±0.32	3.98±0.28	4.90±0.27	5.49±0.28	6.41±0.28
4	3.14±0.13	4.18±0.16	4.99±0.29	5.48±0.36	6.24±0.37
F-test	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



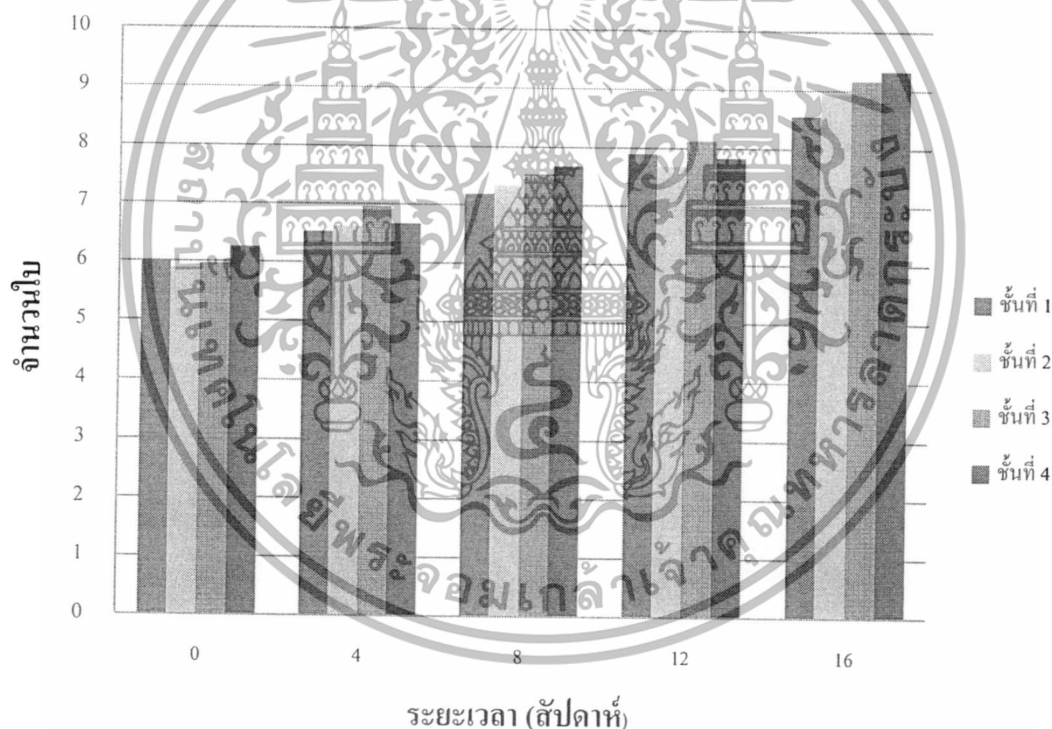
ภาพผนวกภาพที่ ข.9 ความสูงต้น (เซนติเมตร/ต้น) ของต้น *A. barteri* "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.10 จำนวนใบ (ใบ/ต้น) ของต้น *A. barteri* "broad leaf" ที่ปลูกในระบบ DFT
โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

ชั้นที่	ระยะเวลา (สัปดาห์)				
	0	4	8	12	16
1	6.00±0.17	6.52±0.15	7.19±0.20	7.90±0.19	8.56±0.20
2	5.89±0.16	6.61±0.16	7.33±0.21	7.69±0.21	8.94±0.19
3	5.96±0.19	6.96±0.21	7.54±0.30	8.13±0.33	9.17±0.34
4	6.25±0.22	6.67±0.38	7.67±0.47	7.83±0.39	9.33±0.47
F-test	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพผนวกภาพที่ ข.10 จำนวนใบ (ใบ/ต้น) ของต้น *A. barteri* "broad leaf" ที่ปลูกใน
ระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.11 การเจริญเติบโตของต้น *A. Barteri* "broad leaf" ในระบบปลูกทราย ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

ชั้นที่	ระยะเวลา (สัปดาห์)				
	0	4	8	12	16
ความกว้างใบ (ซม.)	1.51±0.04	1.51±0.04	2.00±0.11	2.26±0.06	2.85±0.11
ความยาวใบ (ซม.)	2.30±0.11	2.30±0.11	3.03±0.15	3.53±0.14	4.34±0.13
ความหนาใบ (มม.)	0.21±0.03	0.21±0.03	0.25±0.01	0.36±0.01	0.54±0.02
ความสูงต้น (ซม.)	4.31±0.20	4.31±0.20	6.02±0.13	6.33±0.34	6.76±0.33
จำนวนใบ (ใบ/ต้น)	6.44±0.38	6.44±0.38	7.89±0.39	8.11±0.20	9.11±0.31

ตารางที่ ข.12 ผลผลิตเนื้อเยื่อต่อพื้นที่ (กรัม/ตารางเมตร) ของต้น *A. Barteri* "broad leaf" ที่ปลูกใน DFT โครงสร้างรูปแบบทรงสี่เหลี่ยมและรูปแบบทรงสามเหลี่ยมและระบบปลูกทรายตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

ระบบปลูก	ผลผลิตเนื้อเยื่อต่อพื้นที่ (กรัม/ตารางเมตร)
โครงสร้างสี่เหลี่ยม	1,204
โครงสร้างสามเหลี่ยม	1,041.16
ระบบทราย	801

ตารางที่ ข.13 จำนวนต้นเนื้อเยื่อต่อพื้นที่ (ต้น/ตารางเมตร) ของต้น *A. Barteri* "broad leaf" ที่ปลูกใน DFT โครงสร้างรูปแบบทรงสี่เหลี่ยมและรูปแบบทรงสามเหลี่ยมและระบบปลูกทราย ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

ระบบปลูก	ผลผลิตเนื้อเยื่อต่อพื้นที่ (ต้น/ตารางเมตร)
โครงสร้างสี่เหลี่ยม	400
โครงสร้างสามเหลี่ยม	332.66
ระบบทราย	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

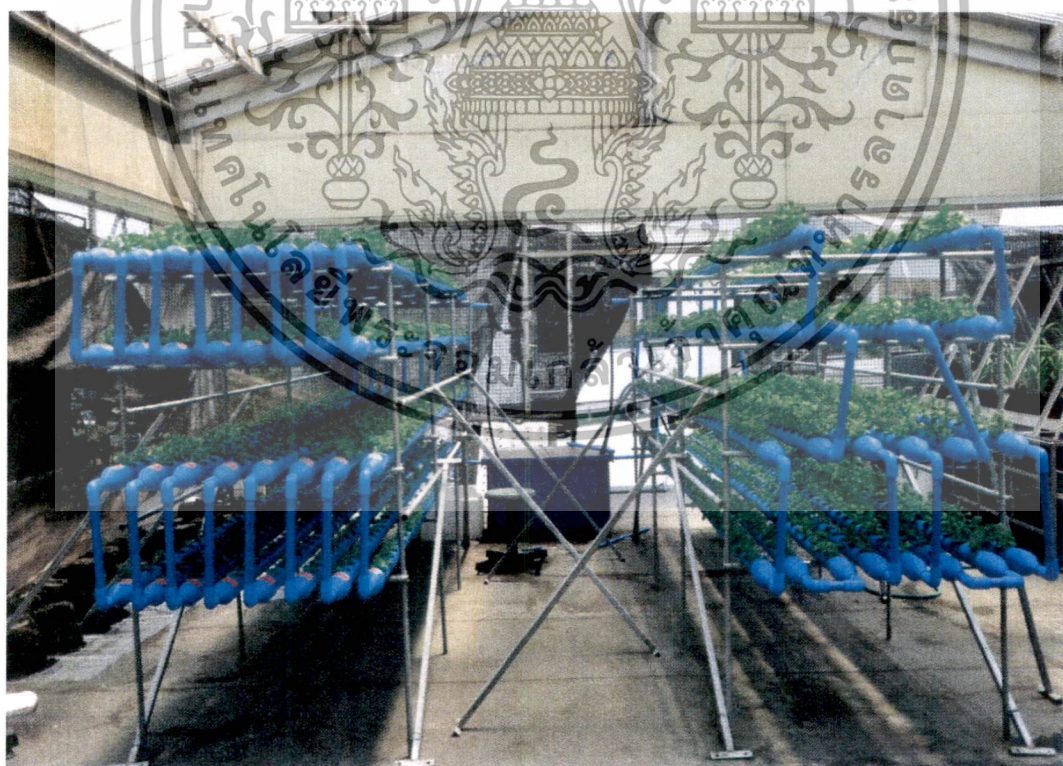


ภาคผนวก ค.
 ภาพการเจริญเติบโตของร็อกเก็ตสลัด (*Eruca versicaria* L.) และ
 พรรณไม้ น้ำสกุลอนุเบียส (*Anubias* sp.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ค.1 การเจริญเติบโตของต้นร็อกเก็ตสลัด



ภาพภาคผนวกที่ ค.2 การเจริญเติบโตของร็อกเก็ตสลัดใน โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยมและ

โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ค.4 การเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอวนเบียด ที่ปลูกในระบบทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



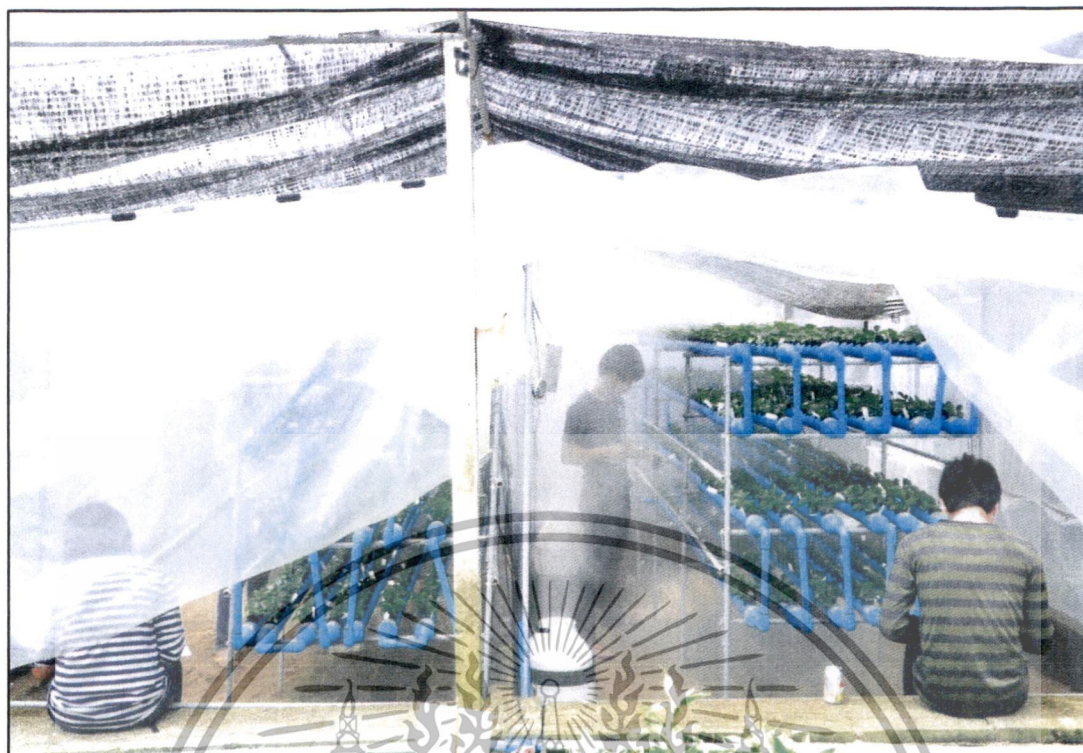
ภาพภาคผนวกที่ ค.5 การเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอัญมณีที่ปลูกในระบบ DFT
โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม



ภาพภาคผนวกที่ ค.6 การเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำอัญมณีที่ปลูกในระบบ DFT

โครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ค.7 การวัดเจริญเติบโตของพรรณไม้ น้ำอานูเบียสที่ปลูกในระบบ DFT โครงสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยมและโครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายณัฐวิรัช คชแก้ว
วันเดือนปีเกิด	9 มิถุนายน 2531
ภูมิลำเนา	117 หมู่ที่ 1 ตำบลชากบก อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง 21120
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2549 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านค่าย จังหวัดระยอง พ.ศ. 2553 วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาพืชไร่ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า คุณทหารลาดกระบัง
ผลงานวิจัย	พ.ศ. 2556 ผลงานเรื่อง “ผลของระบบปลูกพืชไร่ดินแบบ DFT แนวตั้งต่อผลผลิตร็อกเกตสลัด (<i>Eruca versicaria sativa</i> L.)” หน้า 179. ในการประชุมวิชาการ งานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 11 ระหว่างวันที่ 30-31 กรกฎาคม 2556 คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอมือง จังหวัดพิษณุโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้