

กรมส่งเสริมการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง



ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยทางดินเพื่อปลูกกวางตุ้งฮ่องเต้  
(*Brassica campestris* var. *chinensis*) ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน  
รวมทั้งตรวจสอบเชื้อปนเปื้อน

Study on the Possibility of Using Soil Fertilizers for Growing Hongtae Pakchoy  
(*Brassica campestris* var. *chinensis*) in Hydroponics  
Including Fungal Contamination

โดย

นายธนากร ศรีสำอางค์

Mr. Thanakorn Srisam-arng

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Department of Plant Pest Management Technology

Faculty of Agricultural Technology

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ

เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพฯ ๙ 10520

King Mongkut 's Institute of Technology

Chaokhuntaam Ladkrabang

Bangkok 10520 Thailand

พ.ศ.2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

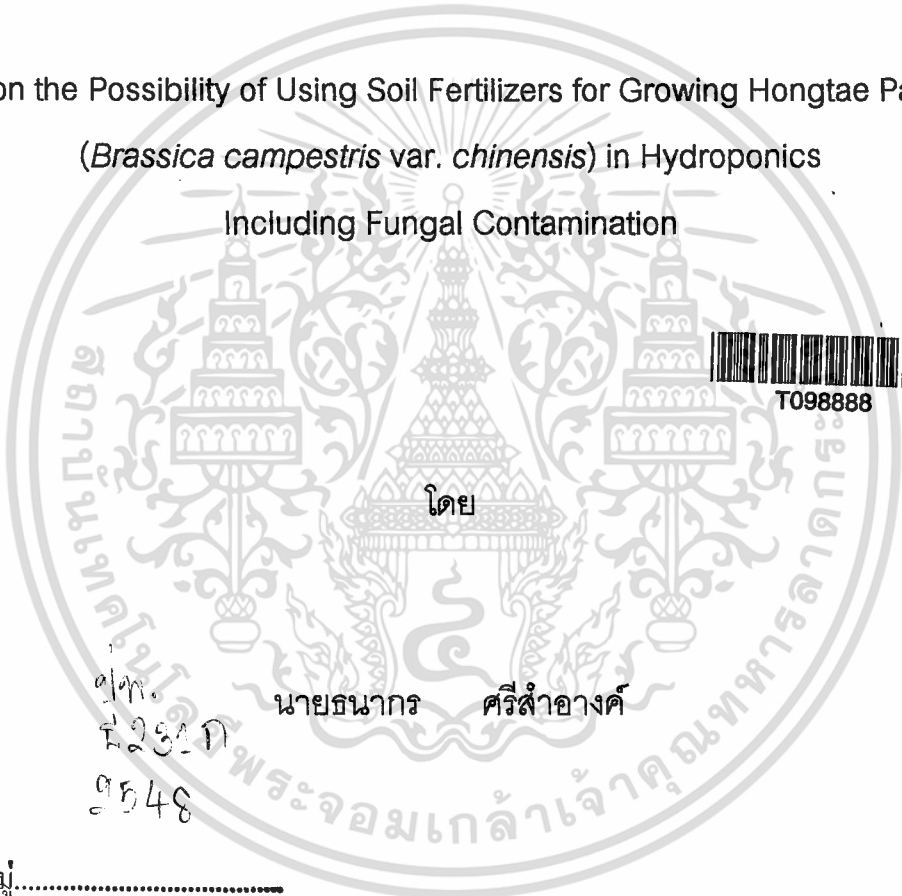
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยทางดินเพื่อปลูกกวางตุ้งฮ่องเต้ (*Brassica campestris* var. *chinensis*) ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รวมทั้งตรวจสอบเชื้อปนเปื้อน

Study on the Possibility of Using Soil Fertilizers for Growing Hongtae Pakchoy (*Brassica campestris* var. *chinensis*) in Hydroponics Including Fungal Contamination



โดย

รศ. นายธนากร ศรีสำอางค์  
ร.ศ. ๒๕๕ ก  
๑๕๔๘

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... ๑๑๑๑๑  
วัน,เดือน,ปี..... 12 2558

ปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ  
ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช  
ปริญญา  
วิทยาศาสตร์บัณฑิต(เกษตรศาสตร์)

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยทางดินเพื่อปลูกกวางตุ้งฮ่องเต้  
(*Brassica campestris* var. *chinensis*) ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน  
รวมทั้งตรวจสอบเชื้อปนเปื้อน

Study on the Possibility of Using Soil Fertilizer for Growing Hongtae Pakchoy  
(*Brassica campestris* var. *chinensis*) in Hydroponics  
Including Fungal Contamination

โดย

นายธนากร ศรีสำอางค์

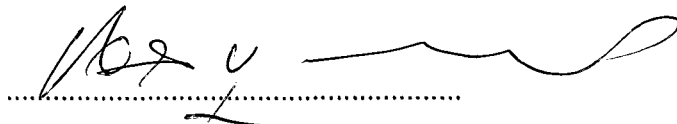
ได้รับพิจารณาเห็นชอบโดย



(ผศ.ดร. ถนมนันต์ เจนอักษร)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว



(รศ.ชวาลา นุรณศิริ)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยทางดินเพื่อปลูกกวาดตุ้งฮองเต้ (*Brassica campestris* var. *chinensis*) ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รวมทั้งตรวจสอบเชื้อปนเปื้อน

โดย : นายธนากร ศรีลำอางค์

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

สาขาวิชา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

อาจารย์ที่ปรึกษา : ..... 19 พ.ค. 2549  
(ผศ. ดร. ถนิมรัตน์ เจนอักษร)

จุดมุ่งหมายของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยทางดินบางชนิด (รวมทั้งปุ๋ยสูตรละลายช้า) ดังนั้นการลดต้นทุนทางด้านการผลิตและเพิ่มความสะดวกในการเตรียมสารละลายธาตุอาหารจึงเป็นสิ่งที่คาดหวังว่าจะได้รับจากการศึกษาในครั้งนี้ด้วยโดยวางแผนการทดลองแบบ 5x2 factorial in CRD จำนวน 12 ซ้ำ ปัจจัย A คือ สารละลายธาตุอาหาร 5 ชนิด (สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน, 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) ปัจจัย B คือระบบที่ใช้ในการปลูกพืช (DFT และ NFT) ซึ่งสารละลายธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยทางดินทุกสูตรได้ผลผลิตอาหารรองสำเร็จรูป (Unilate) ด้วย ระหว่างที่ทำการปลูกพืชจะทำการตรวจสอบเชื้อปนเปื้อนในสารละลายธาตุอาหารทุกสัปดาห์ จากการทดลองพบว่า การใช้ปุ๋ยทางดินทุกสูตรทดแทนสารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐานเพื่อปลูกกวาดตุ้งฮองเต้ ให้ผลเป็นที่น่าพอใจ ยกเว้นปุ๋ยอินทรีย์สูตรน้ำ ทั้งในระบบ DFT และ NFT โดยการเจริญเติบโตในระบบ NFT จะดีกว่า DFT จากผลที่น่าพอใจทั้งหมดพบว่า การเจริญเติบโตของกวาดตุ้งฮองเต้ (น้ำหนักสดลำต้นและราก) ทั้งในปุ๋ยละลายช้าสูตร 24-8-16 (ในระบบ NFT) และในสารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน (ในระบบ NFT) ให้ผลดีที่สุด รองลงมาคือ ปุ๋ยละลายช้าสูตร 17-17-17 ระบบ NFT และปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15 ระบบ NFT สำหรับปุ๋ยอินทรีย์น้ำให้ผลไม่เป็นที่ยอมรับทั้งในระบบ DFT และ NFT สำหรับการตรวจสอบเชื้อปนเปื้อนในสารละลายธาตุอาหารตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลองไม่พบเชื้อ *Phytophthora* spp. และ *Pythium* spp. แต่พบเชื้อ *Aspergillus* spp., *Trichoderma* spp. และ *Penicillium* spp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Abstract

Title : Study on The Possibility of Using Soil Fertilizers for Growing Hongtae Pakchoy (*Brassica campestris* var. *chinensis*) in Hydroponics Including Fungal Contamination

By : Mr. Thanakorn Srisam-amg

Degree : Bachelor of Science in Agriculture

Major : Plant Pest Management Technology

Advisor : ..... 17 May 2006

(Asst. Prof. Dr. Tanimnun Jaenaksorn)

The aim of this study is to consider the possibility of using few kinds of soil fertilizer (slow-release fertilizer included). Consequently, reduced growing cost and an ease of nutrient solution preparation would be expected from the study. Five x 2 factorials in CRD was employed with 12 replications. Factor A was the 5 formulae of nutrient solution (soilless fertilizer, 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 and organic solution) meanwhile factor B was the hydroponic systems (DFT and NFT). Micro-elements (Unilate) was added into all formulae of soil fertilizer. During cropping, fungal contamination in nutrient solution was weekly monitored. From the experiment, it gave the satisfactory result of substituting soilless fertilizer with all tested soil fertilizers except organic solution fertilizer for growing Hongtae pakchoy both in DFT and NFT. Moreover, growth in NFT was better than that in DFT. Amongst the satisfactory results, growth of Hongtae pakchoy (in terms of stem and root fresh weight) both in slow-release soil fertilizer 24-8-16 (in NFT) and in soilless fertilizer (in NFT) were the best. Growth in slow-release soil fertilizer 17-17-17 in NFT came the second as well as soil fertilizer 15-15-15 in NFT. For organic solution fertilizer, it gave unacceptable result both in DFT and NFT. Regard to disease monitoring, disease occurrence and the contamination of *Phytophthora* spp. and *Pythium* spp. in nutrient solution were not detected throughout the experiment. *Aspergillus* spp., *Trichoderma* spp. and *Penicillium* spp. were found in all tested nutrient solutions.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนิยม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ผศ. ดร. ถนิมพันธ์ เจนอักษร ที่คอยแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการปฏิบัติงาน การทดลองต่างๆ ตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินการทดลอง จนทำให้การปฏิบัติงานครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณคณาจารย์ทุก ๆ ท่านที่ช่วยประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณ คุณพิสมัย เรืองบุปผา และคุณจรงค์ดี พุ่มนวน ที่ให้ความสะดวกด้านการเบิก-ยืมอุปกรณ์และให้ความช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้

ขอขอบคุณ คุณนัฐพรพร เล็กเจริญ ที่ช่วยมาตกแต่งภาพให้สมบูรณ์ สวยงาม และคุณอัญชลี โพธิ์พิทักษ์กุล ที่ช่วยเรื่องข้อมูลต่างๆ

ขอบคุณเพื่อนๆ น้องที่ผลัดกันแวะเวียนเข้ามาเยี่ยมและเข้ามาช่วยเหลือ ในโรงเรียนทำให้งานเสร็จอย่างรวดเร็วขึ้น

และสุดท้ายนี้ต้องขอขอบคุณกำลังใจและกำลังใจจากคุณพ่อคุณแม่ และคนในครอบครัวทุกท่าน ที่มอบให้อย่างไม่ขาดตกบกพร่อง จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลงได้

ธนากร ศรีสำอางค์

มีนาคม 2549

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ii
คำนิยม.....	iii
สารบัญ.....	iv
สารบัญตาราง.....	v
สารบัญภาพ.....	vi
คำนำ.....	1
วัตถุประสงค์.....	2
การตรวจเอกสาร.....	3
อุปกรณ์และวิธีการ.....	11
ผลการทดลอง.....	26
วิจารณ์ผลการทดลอง.....	47
สรุปผลการทดลอง.....	48
เอกสารอ้างอิง.....	49
ภาคผนวก.....	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. การเจริญเติบโตของกวางตุ้งฮ่องเต้ (ความสูง, จำนวนใบจริง, ความกว้างใบ และความยาวใบ) ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 2).....	29
2. การเจริญเติบโตของกวางตุ้งฮ่องเต้ (ความสูง, จำนวนใบจริง, ความกว้างใบ และความยาวใบ) ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 3).....	30
3. การเจริญเติบโตของกวางตุ้งฮ่องเต้ (ความสูง, จำนวนใบจริง, ความกว้างใบ ความยาวใบ, น้ำหนักต้น, น้ำหนักรากและน้ำหนักรวม) ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 4).....	31
4. การตรวจเชื้อปนเปื้อนในระบบ DFT และ NFT ตลอดการทดลอง.....	33

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. แสดงอุปกรณ์ที่ใช้เก็บข้อมูลทางสภาพแวดล้อม.....	18
2. แสดงเครื่องเป่าอากาศให้แก่สารละลายธาตุอาหารในระบบ DFT และปั้มน้ำที่ใช้ในระบบ NFT .....	19
3. แสดงหัวทรายที่ใช้ต่อกับสายยางจากเครื่องเป่าอากาศและถ้วยปลูก.....	20
4. แสดงระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Deep Flow Technique(DFT) และระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Nutrient Film Technique(NFT).....	21
5. แสดงการเพาะต้นกล้าในวัสดุปลูก (vermiculite และ perlite) .....	22
6. แสดงต้นกล้าในระบบอนุบาลกล้าโดยใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรต่างๆ.....	23
7. แสดงการทำ Baiting technique ในการตรวจตรวจสอบหาเชื้อ <i>Phytophthora</i> spp. และเชื้อ <i>Pytium</i> spp. ....	24
8. แสดงลักษณะของโรงเรือนที่ใช้ในการทำการทดลอง.....	25
9. กราฟแสดงการเจริญเติบโตของกวางตุ้งฮ่องเต้ (ความสูง, น้ำหนักต้น, น้ำหนักราก และน้ำหนักรวม) ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (ลำดับที่ 4, เก็บเกี่ยว).....	32
10. แสดงกวางตุ้งฮ่องเต้ในระบบ DFTโดยใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรต่างๆ (ลำดับที่ 2).....	34
11. แสดงกวางตุ้งฮ่องเต้ในระบบ NFTโดยใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรต่างๆ (ลำดับที่ 2).....	35
12. แสดงกวางตุ้งฮ่องเต้ในระบบ DFTโดยใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรต่างๆ (ลำดับที่ 3).....	36
13. แสดงกวางตุ้งฮ่องเต้ในระบบ NFTโดยใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรต่างๆ (ลำดับที่ 3).....	37
14. แสดงกวางตุ้งฮ่องเต้ในระบบ DFTโดยใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรต่างๆ (ลำดับที่ 4).....	38
15. แสดงกวางตุ้งฮ่องเต้ในระบบ NFTโดยใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรต่างๆ (ลำดับที่ 4).....	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
16. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกวางตุ้งฮ่องเต้โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร ที่ปลูกในระบบ DFT (เก็บเกี่ยว 4 สัปดาห์หลังจากลงระบบ).....	40
17. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกวางตุ้งฮ่องเต้โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร ที่ปลูกในระบบ NFT (เก็บเกี่ยว 4 สัปดาห์หลังจากลงระบบ).....	40
18. แสดงกวางตุ้งฮ่องเต้ภายในสารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร ในระบบ DFT (เก็บเกี่ยว 4 สัปดาห์หลังจากลงระบบ).....	41
19. แสดงกวางตุ้งฮ่องเต้ภายในสารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร ในระบบ NFT (เก็บเกี่ยว 4 สัปดาห์หลังจากลงระบบ).....	42
20. แสดงอาการขาดธาตุของกวางตุ้งฮ่องเต้.....	43
20. แสดงลักษณะของเชื้อ <i>Aspergillus</i> spp. ....	44
21. แสดงลักษณะของเชื้อ <i>Trichoderma</i> spp. ....	45
22. แสดงลักษณะของเชื้อ <i>Penicillium</i> spp. ....	46

## คำนำ

ในปัจจุบันพืชผักมีความสำคัญต่อมนุษย์โดยมนุษย์ปลูกผักเพื่อนำมาบริโภค และจำหน่ายเพื่อหารายได้ แต่ปัญหาด้านโรคและแมลงสร้างความเสียหายให้กับการปลูกพืชผักโดยใช้ดินเป็นอย่างมาก และจากการใช้สารเคมีเพื่อที่จะควบคุมโรคจึงทำให้เกิดการตกค้างของสารพิษในดินและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งผลผลิตที่ได้มียังสารพิษตกค้างเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และเกษตรกรอีกด้วย อีกทั้งปริมาณของผลผลิตต่อพื้นที่ลดลง ในขณะที่ความต้องการของผู้บริโภคพืชผักมีแนวโน้มสูงขึ้น อันเนื่องมาจากผู้คนที่หันมาสนใจในด้านสุขภาพมากยิ่งขึ้น ผลที่ตามมาคือการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินหรือการปลูกพืชไร้ดิน (Hydroponics) ถือเป็นทางเลือกหนึ่งในการผลิตพืชผัก ซึ่งเหมาะสมที่จะนำมาแก้ไขข้อบกพร่องดังกล่าว เนื่องจากการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีข้อได้เปรียบหลายประการด้วยกัน กล่าวคือ การผลิตพืชโดยวิธีนี้จะให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูง ผลผลิตมีคุณภาพดีสม่ำเสมอ และให้ผลผลิตเร็วกว่าการปลูกพืชในดิน นอกจากนี้ยังสามารถลดปัญหาอื่นๆ ที่เกิดจากดิน การหลีกเลี่ยงโรคที่มีเชื้อสาเหตุมาจากดิน (Soil-borne disease) และศัตรูพืชที่อยู่ในดินได้อีกด้วย (Jenson, 1999) การปลูกโดยไม่ใช้ดินมีการจึงได้รับความนิยมแพร่หลายในประเทศต่างๆ ทั่วโลก ทำให้มีการพัฒนาต่อเนื่องเพื่อให้เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมของแต่ละประเทศ

กวางตั้งเป็นพืชเศรษฐกิจที่นิยมปลูกเพื่อบริโภคส่วนของใบ ก้านใบ และดอกเป็นอาหาร กวางตั้งเป็นผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูงอุดมไปด้วยเบต้า – แคโรทีน และวิตามินซี อีกทั้งยังเป็นผักที่ไขมันต่ำ กากใยมาก ผู้บริโภคจึงสามารถรับประทานได้เป็นจำนวนมากเนื่องจากไม่ทำให้อ้วนสามารถปลูกได้ทุกฤดู นิยมปลูกทั่วประเทศในรูปของการค้า และเพื่อบริโภคในครอบครัว

ในการทดลองนี้ได้มุ่งเน้นถึงการใช้น้ำทางดินสูตรต่าง ๆ คือ น้ำทางดินสูตร 15-15-15, น้ำละลายธาตุสูตร 17-17-17, น้ำละลายธาตุสูตร 24-8-16, และน้ำอินทรีย์น้ำ ร่วมกับการใช้จุลธาตุสำเร็จรูป (Unilate) แทนสูตรสารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน (Standard Nutrient Solution) ซึ่งได้มีการศึกษามาแล้วว่าสามารถใช้ทดแทนได้โดยพหุประพ (2544) ซึ่งจะทำการปลูกผัก 5 ชนิด คือ ผักกาดหอม ผักโขม ผักกวางตั้ง ผักคื่นช่าย และผักชี ในระบบ Deep Flow Technique (DFT) และ ระบบ Nutrient Film Technique (NFT) ซึ่งทั้ง 2 ระบบนี้เป็นระบบที่แพร่หลายเป็นอย่างมาก ในหลายประเทศ ส่วนในประเทศไทยนั้นมีการพัฒนาจากทั้งภาครัฐบาล และเอกชน เพื่อให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในประเทศไทย

ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงมุ่งเน้นถึงความเป็นไปได้ในการใช้น้ำทางดินทดแทนสูตรสารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน (Standard Nutrient Solution) ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT และ NFT ต่อการเจริญเติบโตของกวางตั้ง และการป้องกันโรคที่ปนเปื้อนเข้ามาในระบบ เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการศึกษาค้นคว้าต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วัตถุประสงค์

1. ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยทางดินสูตร15-15-15, ปุ๋ยละลายช้าสูตร17-17-17, ปุ๋ยละลายช้าสูตร 24-8-16, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ร่วมกับปุ๋ยจุลธาตุสำเร็จรูป (Unilate) ต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้เปรียบเทียบกับการใช้สารละลายธาตุอาหารมาตรฐานในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ Deep Flow Technique (DFT) และ Nutrient Film Technique (NFT)
2. สุ่มตรวจเชื้อราที่ปนเปื้อนในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ Deep Flow Technique (DFT) และ Nutrient Film Technique (NFT)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การตรวจเอกสาร

### ผักกวางตุ้ง(Pak-choi)

#### ลักษณะทั่วไป

ผักกวางตุ้งเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Cruciferae (Heywood และ Chant, 1982) ผักกวางตุ้งมีถิ่นกำเนิดแถบเอเชีย โดยเฉพาะประเทศจีน (Lincoln, 1987, Tindall, 1978) เป็นที่นิยมบริโภคกันมากในหมู่คนจีนและแถบ Tropical Asia เช่น ไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย (เมืองทองและสุรินทร์, 2525; Tindall, 1978) เนื่องจากผักกาดกวางตุ้งมีอายุเก็บเกี่ยวสั้นและมีคุณค่าทางอาหารสูง ซึ่งผักกวางตุ้งปริมาณ 100 กรัม จะให้พลังงาน 17 แคลอรี ไขมัน 0.2 กรัม คาร์โบไฮเดรต 3.1 กรัม โปรตีน 1.7 กรัม เส้นใย 0.7 กรัม แคลเซียม 102 มิลลิกรัม วิตามินเอ 3,842 หน่วยอาหารสากล (I.U.) วิตามินบี 1 0.07 มิลลิกรัม วิตามินบี 2 0.13 มิลลิกรัม วิตามินซี 53 มิลลิกรัม (ระพีพรรณ, 2544)

ผักกวางตุ้งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ พวกที่ห่อหัวได้ (Heading) และพวกที่ห่อหัวไม่ได้ (non-Heading) (Lincoln, 1987; Openal et al, 1988; Yamagachi, 1987)

#### 1. พวกที่ห่อหัวได้ (heading) อยู่ในกลุ่ม Pekinesis

(*Brassica campestris var. pekinensis*) มีลักษณะคล้ายกะหล่ำในเรื่องของรูปทรง หัวและความแน่นของหัว จะมีรูปทรงกระบอกไม่มีก้านใบ ใบบาง ผิวย่น สีอ่อน

#### 2. พวกที่ไม่ห่อหัว (non - heading) จะอยู่ในกลุ่ม Chinensis

(*Brassica campestris var. chinensis* และ *parachinensis*) มีลักษณะคล้ายผักกาดขาว มีรูปร่างคือใบกว้าง สีเขียวเข้ม ก้านใบหนา ขาว แต่ไม่มีการพัฒนาของใจกลางต้น (Central heart) (opena et al., 1988; Yamaguchi, 1979)

ผักกาดกวางตุ้งทั้ง 2 ประเภทนี้ เป็นผักอายุสั้น ฤดูเดียว (annual) เจริญเติบโตเร็ว (ธวัชและคณะ, 2529; เมืองทอง และสุรินทร์, 2525; สมภาพ, 2530; Lincoln, 1987) ในที่นี้จะจัดทำการศึกษาเปรียบเทียบพันธุ์เฉพาะ non-heading แบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ

1. *Brassica Campestris var. chinensis* ชื่อภาษากวางตุ้ง ว่า Pak-Choi แปลว่า White vegetable ภาษาไทยเรียกว่า ขาวกวางตุ้ง ได้แก่ กวางตุ้งฮ่องเต้

2. *Brassica Campestris var. parachinensis* ชื่อภาษากวางตุ้งว่า Choi-sum แปลว่า Vegetable heart ภาษาไทยเรียกว่า เขียวกวางตุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะมีความแตกต่างกันทางด้านลักษณะของใบเด่นชัด เช่น สีใบ รูปร่าง ลักษณะผิว ใบ ฯลฯ (เมืองทอง และ สุรัตน์, 2525) แต่ปัจจุบันพบเห็นได้หลายชนิด และเป็นที่ยอมรับกันคือ

1. ผักกาดเขียววางตั้ง ลักษณะก้านใบกลม สีเขียว ใบสีเขียวปลายใบมน
2. ผักกาดขาววางตั้ง ลักษณะใบกลมกว้างสีขาว แผ่นใบสีเขียวเข้ม
3. ผักกาดฮ่องเต้ ได้แก่ Green Petiole ลักษณะก้านใบสั้น เป็นกาบใหญ่ และหนากว่า มีทั้งสีขาวและสีเขียวอ่อน แผ่นใบสีเขียว
4. ผักกาดดอก ได้แก่ ผักกาดจ้อน ลักษณะคล้ายผักกาดเขียววางตั้ง แต่ต้นเล็กกว่า ออกดอกเร็วกว่า (เมืองทอง และ สุรัตน์, 2525)

### ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

วางตั้งเป็นพืชในตระกูลผักกาด – กะหล่ำ (cruciferae)

เป็นผักในวงศ์ Brassicacea

ชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Brassica Campestris var. Chinensis*

ผักกาดวางตั้งใช้เป็นพืชอาหาร ในต้นมีสารเหลวลักษณะ คล้ายน้ำใสๆ มีรสขื่น หรือกลิ่นฉุนแทรกอยู่ทั่วไป (ณพพร, 2530; อุดม, 2529)

ลำต้น : มีลักษณะเป็นสีเขียวอ่อน อวบน้ำ แตกแขนงบ้างเล็กน้อย ความสูง 25-30 เซนติเมตร

ใบ : ใบเดี่ยวเรียงสลับ ลักษณะกลมรี ปลายใบป้าน โดยใบสอบเข้าหาโคนก้านใบ ความกว้าง 5-15 เซนติเมตร ยาว 15-30 เซนติเมตร เส้นกลางใบเขียวออกขาว

ดอกและช่อดอก : ออกเป็นช่อที่ปลายดอก มีแขนงช่อดอกมาก ดอกเป็นดอกเดี่ยว กลีบดอกสีเหลือง มี 4 กลีบ ขนาดดอก 0.5 -1.0 เซนติเมตร

กลีบรอง : มี 4 กลีบแยกเป็น 2 ชั้นๆ ละ 2 กลีบ กลีบอยู่แยกกันกลีบชั้นนอกมักมีขนาดใหญ่ และโค้งมากกว่ากลีบชั้นใน

กลีบดอก : มี 4 กลีบ อยู่ทแยงตรงกันข้ามกัน กลีบดอกอยู่แยกกัน โคนกลีบคอดโค้งและมักบิด

เกสรตัวผู้ : มี 6 อันเป็นแบบ tetradynamous ก้านเกสรแยกกันที่โคน ก้านเกสรอันที่ยาว มักมีต่อมน้ำหวานปรากฏอยู่

เกสรตัวเมีย : รังไข่เป็นแบบ superior มี 2 ห้องเชื่อมรวมกัน มีเมดไซมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดของไข่ : เป็นแบบ 2-parental placention ซึ่งเยื่อ placenta จะเจริญมาพบกัน กลายเป็นเยื่อ replum กันห้องรังไข่ออกเป็น 2 ห้อง

ผล : เป็นฝักกลมยาว ปลายฝักแหลม มีสีเขียวอ่อนถึงเข้ม ความยาว 3-5 เซนติเมตร ภายในมีเมล็ด 2 แถวเรียงตลอดฝัก มีเมล็ดจำนวน 20 - 40 เมล็ดต่อฝัก

เมล็ด : มีขนาดเล็ก ค่อนข้างกลม มีทั้งสีน้ำตาลและสีน้ำตาลเข้มเกือบดำผิวเมล็ดมีลายแบบร่างแหไม่ค่อยชัด น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ประมาณ 2.5 กรัม

การขยายพันธุ์ : เมล็ด

ฤดูออกดอก-ผล : ตลอดปี

การใช้ประโยชน์ ทางอาหาร : ต้น ใบ ช่อดอก ไข่แกง ต้ม ผัด หรือลวกจิ้ม

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโต

ประเภทดิน : ดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย หรือดินทุกชนิดที่มีความสมบูรณ์

ความเป็นกรดต่าง : ค่อนข้างเป็นกรดเล็กน้อยจนถึงเป็นกลาง ประมาณ 6 - 6.5

ความชื้นในดิน : ความชื้นสูงเพียงพอสม่ำเสมอ

แสงแดด : แสงแดดเต็มที่ตลอดวัน อุณหภูมิ 20 - 25 องศาเซลเซียส

การเก็บเกี่ยว : อายุเก็บเกี่ยวของกวางตุ้งค่อนข้างเร็วประมาณ 35 - 40 วัน

โรคที่เกิดกับต้นอ่อนหรือต้นกล้า

พบว่าโรคที่สร้างความเสียหายอย่างมากคือ โรคเน่าคอดิน Damping off Root Rot หรือที่ชาวบ้านเรียกทั่วไปว่าโรคกล้าตายพราย บางครั้งอาจเรียกว่าโรคกล้าไหม้แห้ง (Seeding blight) ซึ่งจัดว่าเป็นโรคที่ทำความเสียหายให้กับพืชผักหลายชนิด ในเกือบทุกสภาพของดินและภูมิอากาศ ตั้งแต่ระยะเริ่มแรกของการเจริญเติบโต

เชื้อสาเหตุโรค

เกิดจากเชื้อราหลายสกุล เช่น *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia* sp., *Sclerotium* sp., *Fusarium* sp. แต่ที่พบระบาดสร้างความเสียหายที่สำคัญเกิดจากเชื้อรา 2 genera ในตระกูล Pythiaceae คือ *Pythium* spp. และ *Phytophthora* spp. (ศศิธร, 2545; ศักดิ์, 2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

คำว่า Hydroponic มาจากรากศัพท์ที่เป็นภาษากรีกสองคำคือคำว่า hudor ซึ่งหมายถึง น้ำ และคำว่า ponos ที่หมายถึง งาน เมื่อนำทั้งสองคำมารวมเข้าด้วยกันจะมีความหมายว่าการทำงานด้วยน้ำ (water-working) ดังนั้น hydroponic หรือการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจึงหมายถึงการปลูกพืชที่ไม่ใช้วัสดุปลูก คือทำการปลูกพืชลงบนสารละลายธาตุอาหารพืชโดยให้รากพืชสัมผัสกับสารละลายธาตุอาหารพืชโดยตรง (ดิเรก, 2546)

## ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

### 1. Deep Flow Technique (DFT)

เป็นระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ที่ต้องให้รากพืชเจริญอยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืชโดยตรง โดยสารละลายธาตุอาหารจะถูกบรรจุในภาชนะปลูกที่ทึบแสง และมีระดับความลึกมากพอสมควรซึ่งรากพืชจะไม่มีสิ่งใดมาสัมผัสได้เลย โดยรากเจริญอยู่ในสารละลายธาตุอาหารตลอดเวลา

#### ข้อดีของระบบ DFT

1. เป็นระบบที่แก้ไขข้อเสียเปรียบของระบบ NFT เช่น ถ้าระบบไฟฟ้าขัดข้อง พืชที่ปลูกในระบบ DFT จะไม่ได้รับอันตราย
2. เป็นระบบที่มีการลงทุนต่ำ
3. เป็นระบบที่ไม่ยุ่งยากและไม่ต้องดูแลมากนัก
4. เป็นระบบที่พืชสามารถดูดสารอาหารได้อย่างเต็มที่
5. เป็นระบบที่รากพืชได้รับการกระทบกระเทือนจากอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารที่เปลี่ยนแปลงได้ยาก
6. เป็นระบบที่เหมาะสมกับการปลูกพืชอายุสั้น เช่นผัก (ถนิมนันต์, 2544)

### 2. Nutrient Film Technique (NFT)

เป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบหนึ่งโดยมีหลักการคือ ให้สารละลายธาตุอาหารไหลผ่านรากเป็นฟิล์มบางๆ (หนาประมาณ 2-3 มิลลิเมตร) ซึ่งรากพืชสามารถดูดซึมเอาแร่ธาตุไปใช้ได้มากขึ้น การไหลของสารละลายอาจเป็นแบบต่อเนื่องหรือแบบสลับก็ได้ ต้นพืชที่ปลูกในระบบนี้อาจจะต้องมีการใช้วัสดุมาพยุงต้นกล้าไว้ด้วย มีการจัดวางรากปลูกให้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความลาดเอียงประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทำให้การไหลของสารละลายไม่มีน้ำขังในรางปลูก ความยาวของรางขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศในเขตร้อนไม่ควรเกิน 10 เมตร เพราะทำให้มีการสะสมความร้อนและออกซิเจนละลายตัวได้ช้า สำหรับรางปลูกอาจใช้ท่อพีวีซี รางพลาสติก สังกะสี หรืออลูมิเนียม ภายใต้วางพลาสติกเพื่อป้องกันการกัดกร่อนของสารละลายก็ได้ ถ้าเลือกใช้ท่อพีวีซี ควรใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3 นิ้ว ซึ่งจากนั้นสารละลายธาตุอาหารจากรางปลูกจะไหลตกลงในถังเก็บสารละลายช่วยเพิ่มการละลายของออกซิเจนในสารละลายด้วย ทำให้ไม่ต้องมีการเติมอากาศในสารละลายธาตุอาหาร

#### ข้อดีของระบบ NFT

1. ระบบการให้สารละลายแก่พืชไม่ยุ่งยาก
2. ไม่จำเป็นต้องมีเครื่องควบคุมน้ำอัตโนมัติ เนื่องจากระบบนี้จะมีการให้น้ำแก่พืชตลอดเวลา
3. เป็นระบบที่มีการใช้น้ำ และธาตุอาหารพืชอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด
4. ทำการป้องกันกำจัดเชื้อโรคพืชในสารละลายได้สะดวก
5. สามารถปลูกพืชได้อย่างต่อเนื่องตลอดปีไม่เสียเวลาในการเตรียมระบบปลูก เช่น สามารถปลูกผักสลัดได้ถึง 8-10 ครั้ง/ปี (ถนิมพันธ์, 2544)

#### การปลูกพืชไม่ใช้ดินในประเทศไทย

ถนิมพันธ์ และ ศุภชัย (2538) ได้ทดลองปลูกสระระแหน ในระบบ DFT ประยุกต์พบว่าการปลูกด้วยระบบนี้ได้ให้ผลผลิตดีกว่าการปลูกในดิน และสามารถลดค่าใช้จ่ายในด้านแรงงานลงได้มาก นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถปลูกในระบบที่ไม่เป่าอากาศได้ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตไปได้อีกระดับหนึ่ง และยังทำการศึกษาถึงระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 โดยในระบบที่ไม่มีการเป่าอากาศให้ผลผลิตที่ไม่มีความแตกต่างกันแต่ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มี EC เท่ากับ 2 มีแนวโน้มการให้ผลผลิตที่ดีที่สุดในระยะยาวและได้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่ายอมรับถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าสระระแหนที่มาจากท้องตลาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อารีย์ (2540) ได้ทำการศึกษาคัดเลือกเทคนิคที่เหมาะสม ในการปลูกพืชโดย Hydroponics 5 แบบ คือ Substrate culture, Liquid culture แบบ Non-circulating system, Aeroponics และ NFT ควบคู่กับโรงเรือนปลูกพืชหลังคาพลาสติก 2 แบบ คือ โรงเรือนปลูกพืชแบบหลังคาเพิงหมาแหงน (Sloping, slap roof) และแบบหลังคาโค้ง สองชั้นซ้อนกัน (Curve, double

roof) โดยใช้แต่งแคนตาปลูก ผักคะน้าจีนและผักกาดหอมเป็นพืชทดลอง พบว่าต้นแต่งแคนตาปลูกที่ปลูกด้วยระบบ NFT ภายใต้โรงเรือนปลูกพืชแบบหลังคาเพิงหมาแหงน และต้นที่ปลูกในระบบ Substrate culture ภายใต้โรงเรือนปลูกพืชแบบหลังคาโค้งสองชั้นซ้อนกัน ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลสูงสุด ผักคะน้าจีนที่ปลูกในระบบ Liquid culture แบบ Non-circulating system และผักกาดหอมที่ปลูกในระบบ NFT ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของต้นสูงสุดทั้งสองโรงเรือน ต้นแต่งแคนตาปลูกและผักกาดหอมที่ปลูกด้วยระบบ Liquid culture แบบ Circulating system ตายหมดทั้งสองโรงเรือนปลูกพืชภายใน 6 สัปดาห์ และ 3 สัปดาห์ หลังย้ายปลูกลงสู่กระบะสารละลายธาตุอาหาร ตามลำดับ

พรประพา (2544) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยทางดินสูตร 13-13-21 ทดแทน Soilless fertilizer ในการเตรียมสารละลายธาตุอาหาร สำหรับปลูกผักบางชนิดใน DFT แบบเป่าและไม่เป่าอากาศ เพื่อให้ได้ผลผลิตและคุณภาพที่ดี ซึ่งเท่ากับเป็นการหาแนวทางในการลดต้นทุนและเพิ่มความสะดวกให้แก่การผลิตพืชผัก การวิจัยแบ่งเป็น 5 การทดลองย่อย ตามชนิดพืชผักทดลอง ดังนี้ ผักกาดหอม ผักโขม ผักกวาดตุง ผักคื่นช่าย และผักชี โดยทำการทดลองในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ซึ่ง 2 สูตร จะมี Soil fertilizer เป็นองค์ประกอบโดยจะทำการเป่าและไม่เป่าอากาศ จากการทดลองสรุปได้ว่าผักทั้ง 5 ชนิดสามารถปลูกในระบบ DFT ได้โดยมีข้อจำกัดกล่าวคือ โดยรวมจะเจริญเติบโตได้ดีในสารละลายธาตุอาหาร Soilless fertilizer (Benoit, 1992) จะดีที่สุดถึงแม้ว่าจะทำการเป่าหรือไม่เป่าก็ตาม แต่เมื่อปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ Soil fertilizer เป็นปุ๋ยนั้น ผักจะเจริญเติบโตได้เป็นที่น่าพอใจก็ต่อเมื่อทำการเป่าอากาศเท่านั้น สำหรับ Modified soilless fertilizer กลับให้ผลเช่นเดียวกับ Soil fertilizer จุดที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งที่ได้รับจากการทดลอง คือ ความเป็นไปได้ในการใช้น้ำประปาสำหรับเตรียมสารละลายธาตุอาหาร โดยไม่นำมาปรับกับสารละลายธาตุอาหารแต่อย่างไร

### การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในต่างประเทศ

Lee *et al.* (1994) ได้ศึกษาการปลูกมะเขือเทศพันธุ์ Seo Gwang โดยเปรียบเทียบในระบบปลูก 3 ระบบ คือ NFT, Modified nutrient film technique (MNFT) (ใช้ rockwool เป็นวัสดุปลูก) และ DFT ร่วมกับการลดค่า EC ลงครึ่งหนึ่งของสูตรสารละลายธาตุอาหาร Hoagland and Aron พบว่าระบบ MNFT และระบบ DFT จะให้ผลผลิตดีกว่าระบบ NFT

Ikeda *et al.* (1995) ได้ทำการปลูกผักขม 18 พันธุ์โดยปลูกในระบบ DFT และ NFT แบบมี rockwool เป็นวัสดุปลูกภายในถ้วยปลูกภายใต้สภาพโรงเรือน พบว่า ฤดูร้อนพืชที่ปลูกในระบบ

NFT ให้ผลผลิตสูงกว่าระบบ DFT และในฤดูหนาวพืชที่ปลูกในระบบ DFT ให้ผลผลิตสูงกว่าระบบ NFT

Jeong and Hwang (2001) ได้ทดลองนำ rockwool ที่ใช้ปลูกมะเขือเทศแล้วไปผ่านการฆ่าเชื้อโดยการอบไอน้ำแล้วนำกลับมาใช้ปลูกกุหลาบอีกครั้ง โดยในการทดลองจะเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของกุหลาบที่ปลูกใน rockwool ใหม่ โดย rockwool ที่ใช้แล้วและวัสดุปลูกที่เป็นเศษไม้ พบว่าการเจริญเติบโตและผลผลิตของกุหลาบที่ปลูกในเศษไม้มีปริมาณต่ำสุด ส่วน rockwool ที่ใช้แล้วมีผลผลิตเท่ากับ rockwool ใหม่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า rockwool ที่ผ่านการใช้แล้วสามารถนำกลับมาใช้ปลูกกุหลาบได้ใหม่และยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการกำจัดวัสดุที่เหลือใช้จากการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินอีกด้วย

Menezes *et al.* (2001) ได้ทำการทดลองปลูกผักสลัดพันธุ์ Deyse และ Regena ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินภายใต้สภาพโรงเรือนเปรียบเทียบกับระบบปลูกในดินซึ่งพบว่าเมล็ดพันธุ์ผักสลัดที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ดีกว่าระบบปลูกในดินเป็นอย่างมาก

Schwarz *et al.* (2003) ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความเสียหายที่เกิดขึ้นกับรากมะเขือเทศ โดยการปรับค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารพืชให้อยู่ในระดับสูงๆ และใช้ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. โดยทำการเติม NaCl ลงในสารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐาน ให้มี EC 1.5, 5 หรือ 9 ds m<sup>-1</sup> เปรียบเทียบกับการเติมจุลธาตุ และทำการปลูกเชื้อ *Pythium aphanidermatum* ให้กับต้นมะเขือเทศ โดยใช้ความเข้มข้น 0, 10<sup>2</sup>, หรือ 10<sup>4</sup> oospore ml<sup>-1</sup> solution พบว่า การเติม NaCl ทำให้น้ำหนักสด, เส้นผ่านศูนย์กลางของหมวกราก, ความยาวทั้งหมดของรากและจำนวนของ adventitious roots มีค่าสูงขึ้น แต่ทำให้น้ำหนักแห้งของยอดและการเจริญเติบโตด้านข้างลดลง สำหรับผลของ *Pythium aphanidermatum* พบว่าที่ความเข้มข้น 10<sup>4</sup> oospore ml<sup>-1</sup> ทำให้จำนวนและความยาวของรากมีค่าลดลง

Miguel *et al.* (2004) ทำการทดลองโดยใช้เปลือก Almond สองลักษณะและภาชนะบรรจุสองปริมาตร (19 และ 25 ลิตร) ทำการทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของลักษณะเปลือก Almond และปริมาตรภาชนะบรรจุเปรียบเทียบกับการใช้ Rockwool โดยวัดจากปริมาณและคุณภาพของผลผลิต แตงโมกับมะเขือเทศ คุณสมบัติทางฟิสิกส์, เคมี-ฟิสิกส์ และเคมีไม่มีผลแตกต่างกัน ทั้ง 2 ลักษณะ มะเขือเทศที่ปลูกในเปลือก Almond จะใช้น้ำน้อยกว่าใน Rockwool แต่พบว่ามีผลผลิตแตกต่างกันในด้านผลผลิตโดยเฉพาะแตงโมในถุงปลูกที่มีปริมาตร 25 ลิตรจะมีปริมาณมากกว่า 19 ลิตร

Villela *et al.* (2004) ทำการศึกษากการใช้สารละลายธาตุอาหารพืชที่ทำให้อุณหภูมิเย็นมาปลูก สตรอเบอร์รี่ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT ภายใต้สภาพโรงเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยใช้สตรอบเบอร์ 2 สายพันธุ์คือ Campinas และ Sweet Charlie สารละลายธาตุอาหารพืชที่ใช้มีอุณหภูมิประมาณ 12°C นำมาเปรียบเทียบกับสารละลายธาตุอาหารพืชที่อุณหภูมิปกติ ผลปรากฏว่าในสารละลายธาตุอาหารที่ทำให้เย็น สตรอบเบอร์สายพันธุ์ Sweet Charlie ให้ผลดีกว่าการปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชที่อุณหภูมิปกติทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพของผล ส่วนในสตรอบเบอร์พันธุ์ Campinas สารละลายธาตุอาหารพืชที่ทำให้เย็นไม่มีผลใดๆ ต่อสายพันธุ์นี้

David *et al.* (2005) ทำการทดลองโดยปลูกกุหลาบในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ที่สารละลายไม่มีการหมุนเวียนกลับ (ระบบเปิด) เปรียบเทียบกับระบบที่สารละลายมีการหมุนเวียนกลับ (ระบบปิด) ซึ่งมีการเติมและไม่เติมแร่ธาตุ 3 ชนิด ได้แก่ Ca, B และ Si พบว่าในช่วง 8 สัปดาห์แรกของการทดลองระบบที่สารละลายมีการหมุนเวียนไม่มีผลกระทบใดๆ เกิดขึ้น แต่ในช่วง 8 สัปดาห์ที่สองระบบดังกล่าวมีผลต่อจำนวนและความยาวลำต้นของกุหลาบเมื่อเฉลี่ยตลอดช่วงระยะเวลาที่เริ่มทำการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้พบว่าการเติมแร่ธาตุต่างๆ ลงไปทำให้ผลกระทบทางลบที่เกิดขึ้นมีค่าลดลง

### โรคที่ตรวจพบในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน มักจะเกิดปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อโรคเข้ามาในระบบ และแพร่กระจายไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเป็นระบบที่หมุนเวียนสารละลายกลับมาใช้ใหม่ และอาจติดมากับวัสดุที่นำมาใช้ปลูกแทนดิน ซึ่งจะทำให้พืชเสียหายได้

Mac Donald *et al.* (1994) ได้ทำการสำรวจปริมาณเชื้อราในกลุ่ม Pythiaceae ในโรงเรือนแถบแคลิฟอร์เนียที่มีการหมุนเวียนน้ำและสารละลายกลับมาใช้ใหม่ พบว่าปริมาณของเชื้อจะมีความผันแปรแตกต่างกันไปในแต่ละโรงเรือน แต่ส่วนใหญ่มักพบเชื้อ *Pythium* ในปริมาณที่สูงกว่าเชื้อ *Phytophthora*

พรหมมาศ และคณะ (2539) ได้กล่าวถึงการแยกเชื้อราในระบบปลูกพืชดินไม่ใช้ดิน แบบหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหาร และใช้วัสดุปลูก 3 ชนิดคือ Polyurethane (PUR), rockwool และ ชูมะพะราวดในการปลูกแตงกวายุโรป พบว่าสามารถแยกเชื้อราที่ปนเปื้อนอยู่ในระบบจาก วัสดุปลูก น้ำที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย และสารละลายธาตุอาหารรวมทั้งสิ้น 12 genera คือ *Aspergillus* spp., *Emericella* sp., *Fusarium* sp., *Mortierella* sp., *Mucor* sp., *Penicillium* spp., *Pythium* spp., *Rhizopus* sp., *Saprolegnia* sp., *Sartorya* sp., *Synephalastrum* sp., *Trichoderma* sp., ส่วนการตรวจแยกเชื้อราที่เป็นสาเหตุโรค *Fusarium* sp. และ *Pythium* sp. จะตรวจพบว่าการแพร่กระจายแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อ และ วัสดุปลูกที่ใช้

## อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### 1. อุปกรณ์

#### 1.1 อุปกรณ์การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบ DFT

- กะละมัง
- แผ่นโฟมปิดฝากะละมัง
- เครื่องเป่าอากาศ
- ข้อต่อ สายยาง และหัวทราย

#### 1.2 อุปกรณ์การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบ NFT

- ราง NFT พร้อมฝาปิดราง
- ถังบรรจุสารละลายและฝาปิด
- ปั้มน้ำ
- ข้อต่อ

#### 1.3 สารละลายธาตุอาหาร

- สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน (standard nutrient solution)
- ปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15 (soil fertilizer)
- ปุ๋ยละลายช้าสูตร 17- 17 -17 (slow-release soil fertilizer)
- ปุ๋ยละลายช้าสูตร 24- 8- 16 (slow-release soil fertilizer)
- ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (organic solution fertilizer)
- สารละลายธาตุอาหารเสริม (Unilate)

#### 1.4 อุปกรณ์ในการปลูกพืช

- เมล็ดพันธุ์กวางตุ้งฮ่องเต้
- ถ้วยปลูก
- วัสดุปลูก (เพอร์ไลต์ + เวอร์มิคูไลต์)

#### 1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ภายในโรงเรือน

- เครื่องวัดความเป็นกรดและด่าง (pH meter)
- เครื่องวัดความเข้มแสง (LUX meter)
- เครื่องวัดความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (EC meter)
- กรดไนตริก ( $\text{HNO}_3$ ) และด่างโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)
- กระบอกตวงน้ำ ตาชั่ง และตะกร้าพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

- กล้องจุลทรรศน์
- ตะเกียง , ถุงพลาสติก และหนังยาง
- ตู้เย็บเชื้อ และน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ
- Autoclave
- Alcohol 75% และ90%
- plate, Flask, Beaker, Syringe, Slide และ Cover slide
- PDA และ Selective media

## 2. วิธีการทดลอง

### 2.1 แผนการทดลอง

การทดลองนี้ได้วางแผนการทดลองแบบ 5x2 Factorials in CRD จำนวน 12 ซ้ำ ปัจจัย A ได้แก่ สูตรสารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร

1. สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน (standard nutrient solution)
2. ปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15 (soil fertilizer)
3. ปุ๋ยละลายช้าสูตร 17- 17 -17 (slow-release soil fertilizer)
4. ปุ๋ยละลายช้าสูตร 24- 8- 16 (slow-release soil fertilizer)
5. ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (organic solution fertilizer)

ปัจจัย B ได้แก่ ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน 2 ระบบ ได้แก่

1. ระบบ DFT
2. ระบบ NFT

### 2.2 การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร

การเตรียมสารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน (Benoit, 1992)

สารละลาย A จำนวน 20 ลิตรความเข้มข้น 100 เท่า ประกอบด้วยธาตุอาหารดังนี้

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	1,340 กรัม
$\text{KNO}_3$	592 กรัม
Fe-chelate	100 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลาย B จำนวน 20 ลิตรความเข้มข้น 100 เท่า ประกอบด้วยธาตุอาหารดังนี้

$\text{KNO}_3$	592 กรัม
$\text{MgSO}_4$	320 กรัม
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	354 กรัม
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	3.4 กรัม
$\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.38 กรัม
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	2.30 กรัม
$\text{H}_3\text{BO}_3$	5.70 กรัม
$\text{Na}_2\text{MoO}_4$	0.24 กรัม

และทำการปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ใน ช่วง 1.5 – 2.0  $\text{mS/cm}^2$  และค่าความเป็นกรดและด่างอยู่ในช่วง 5.5 – 6.5

**การเตรียมสารละลายธาตุอาหารจากปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15**

สารละลายธาตุอาหารสูตร 15 – 15 – 15 ความเข้มข้น 1000 ลิตร ประกอบด้วยธาตุอาหารดังนี้

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	654.76 กรัม
$\text{MgSO}_4$	118.9 กรัม
$\text{K}_2\text{SO}_4$	373.58 กรัม

และทำการปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ใน ช่วง 1.5 – 2.0  $\text{mS/cm}^2$  และค่าความเป็นกรดและด่างอยู่ในช่วง 5.5 – 6.5

**การเตรียมสารละลายธาตุจากปุ๋ยละลายช้าสูตร 17-17-17**

สารละลายธาตุอาหารสูตร 17-17-17 ความเข้มข้น 1000 ลิตร ประกอบด้วยธาตุอาหารดังนี้

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	1168.57 กรัม
$\text{MgSO}_4$	502.57 กรัม
$\text{K}_2\text{SO}_4$	970 กรัม

และทำการปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ใน ช่วง 1.5 – 2.0  $\text{mS/cm}^2$  และค่าความเป็นกรดและด่างอยู่ในช่วง 5.5 – 6.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การเตรียมสารละลายธาตุจากปุ๋ยละลายช้าสูตร 24-8-16

สารละลายธาตุอาหารสูตร 24- 8 16 ความเข้มข้น 1000 ลิตร ประกอบด้วยธาตุอาหารดังนี้

Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1,350 กรัม
MgSO <sub>4</sub>	193.43 กรัม
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	754.57 กรัม

และทำการปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ใน ช่วง 1.5 – 2.0 mS/cm<sup>2</sup> และค่าความเป็นกรดและด่างอยู่ในช่วง 5.5 – 6.5

## การเตรียมสารละลายธาตุอาหารจากปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

สารละลายปุ๋ยอินทรีย์น้ำ เตรียมจากอัตราการใช้ข้างกล่อง โดยน้ำ 20 ลิตรใช้ 50 - 70 ซีซี

โดยการเตรียมสารละลายทุกสูตรจะต้องมีการปรับค่าความเป็นกรดและด่าง โดย pH meter (ภาพที่ 1) และ ความเข้มข้นของสารละลาย โดย EC meter (ภาพที่ 1) ส่วนความเข้มของแสงจะทำการวัดทุกวันโดยใช้เครื่องวัดความเข้มแสง (ภาพที่1)

## 2.3 การปลูกพืชในระบบ DFT และ NFT

### 2.3.1 การปลูกพืชในระบบ DFT

ระบบปลูกพืช ประกอบด้วย กะละมังสีดำ (สำหรับบรรจุสารละลายธาตุอาหาร) และปิดกะละมังด้วย แผ่นโฟม ที่เจาะรูขนาด 3x3 จำนวน 6 รู สำหรับวางพืช ช่องละ 1 ต้น ปลูกในถ้วยปลูกและวัสดุปลูก และให้อากาศผ่านหัวทราย (ภาพที่ 1) ซึ่งต่อมาจากเครื่องเป่าอากาศ (ภาพที่2)

การเตรียมกล้า ทำการเพาะเมล็ดลงในถ้วยปลูก (ภาพที่3) ที่บรรจุวัสดุปลูกที่ขึ้น และหยอดเมล็ดลงในวัสดุปลูกเสร็จแล้วกลบเมล็ด และรดน้ำ หลังจากนั้นรดน้ำทุกเช้า และเย็นเป็นเวลา 3 วัน เมื่อเมล็ดงอก (ภาพที่ 5) และแตกใบเลี้ยงนำไปลงระบบอนุบาลกล้า (ค่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร อยู่ในช่วง 0.8 – 1 mS/cm<sup>2</sup>) เป็นเวลา 5 วัน (ภาพที่ 6)

การลงระบบจริง นำต้นกล้าที่เตรียมไว้มาปลูกในระบบ DFT (ภาพที่ 4) จะปลูกในสารละลายธาตุอาหารต่างกัันดังนี้ สารละลายธาตุอาหารมาตรฐานสารละลายธาตุอาหารสูตร 15-15-15 (+Unilate) สารละลายธาตุอาหารสูตร 17-17-17 (+Unilate) สารละลายธาตุอาหารสูตร 24-8-16 (+Unilate) สารละลายธาตุอาหารปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

(+Unilate) ปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ทั้งหมดให้อยู่ใน ช่วง 1.5 – 2.0 mS/cm<sup>2</sup> และค่าความเป็นกรด และด่างอยู่ในช่วง 5.5 – 6.5

**การดูแลรักษา** ทำการวัดค่า EC และ pH ทุกวันในช่วง เช้า และเย็น และปรับค่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ให้อยู่ในช่วง 1.5 – 2.0 mS/cm<sup>2</sup> ทำการปรับค่าความเป็นกรด และ ด่าง โดยใช้ กรดไนตริก (HNO<sub>3</sub>) และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH ) ปรับให้อยู่ในช่วง 5.5- 6.5

**การเก็บเกี่ยว** กวางตุ้งฮ่องเต้จะทำการเก็บเกี่ยวเมื่อมีอายุครบ 3 สัปดาห์ (ประมาณ 21 วัน) หลังจากลงระบบจริง รวมระยะเวลาการเก็บเกี่ยวตั้งแต่เพาะเมล็ด เป็นเวลาทั้งหมด 31 วัน

### 2.3.2 การปลูกพืชในระบบ NFT

**ระบบปลูกพืช** ประกอบด้วยรางปลูกจำนวน 4 ราง ต่อ 1 ชุดแต่ ละรางจะมี หลุม 12 หลุม แต่ ละชุดจะมีถึงใส่สารละลายธาตุอาหาร อยู่อย่างละถึง และมีบิ๊มน้ำ(ภาพที่ 2)ทำหน้าที่ จ่ายสารละลายธาตุอาหารให้ไหลผ่านรากพืช

**การเตรียมกล้า** ทำการเพาะเมล็ดลงในถ้วยที่บรรจุวัสดุปลูกที่ขึ้น และหยอดเมล็ดลงในวัสดุปลูก เสริมแล้วกลบเมล็ด และรดน้ำ หลังจากนั้นรดน้ำทุกเช้า และเย็นเป็นเวลา 3 วัน เมื่อเมล็ดงอก (ภาพที่ 5) และแตกใบเลี้ยงนำไปลงระบบอนุบาลกล้า (ค่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร อยู่ในช่วง 0.8 –1 mS/cm<sup>2</sup>) เป็นเวลา 5 วัน (ภาพที่ 6)

**การลงระบบจริง** นำต้นกล้ากวางตุ้งฮ่องเต้ที่เตรียมไว้มาปลูกในระบบ NFT โดยใส่ผักบุ้งจีนลงไป 2 ราง รางละ 12 ต้น และใช้สูตรสารละลายธาตุอาหารเหมือนกับการที่ปลูก ในระบบ DFT ปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ทั้งหมดให้อยู่ใน ช่วง 1.5 – 2.0 mS/cm<sup>2</sup> และค่าความเป็นกรด และด่างอยู่ในช่วง 5.5 – 6.5

**การดูแลรักษาและการเก็บเกี่ยว** ปฏิบัติเช่นเดียวกับระบบ DFT

## 2.4 การแยกเชื้อราที่ปนเปื้อนในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดิน

### 2.4.1 การตรวจสอบหาเชื้อ *Phytophthora* spp. และเชื้อ *Pythium* spp.

โดยใช้วิธี Pour plate technique ดูดสารละลายธาตุอาหารพืชที่ต้องการตรวจสอบเชื้อ 1 มล. ใส่ลงไป ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA + BNPRA (ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบเชื้อ *Phytophthora* spp.) และ PDA + BNPRA + Rb (ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบเชื้อ *Pythium* spp.) นำอาหารใส่สารละลายแล้วไปเก็บไว้ ในที่มืดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

### 2.4.2 การทำ Baiting technique ในการตรวจตรวจสอบหาเชื้อ *Phytophthora* spp. และเชื้อ *Pythium* spp.

ใช้เมล็ดแตงกวาเป็นเหยื่อล่อ (สำหรับ Baiting *Pythium* spp.) โดยดูดสารละลายธาตุอาหารที่ต้องการตรวจหาเชื้อ 1 มล. ใส่ลงไปใน เมล็ดแตงกวา นำเมล็ดแตงกวาที่ใส่สารละลายธาตุอาหาร แล้วไปเก็บไว้ในที่มีดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใช้ใบพีชที่ปลูกเป็นเหยื่อล่อ (สำหรับ Baiting *Phytophthora* spp.) โดยดูดสารละลายธาตุอาหารที่ต้องการตรวจหาเชื้อ 1 มล. ใส่ลงไปในใบพีชที่ปลูก นำใบพีชที่ปลูกที่ใส่สารละลายธาตุอาหาร แล้วไปเก็บไว้ในที่มีดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 7)

### 2.4.3 การแยกเชื้อราจากสารละลายธาตุอาหาร

โดยใช้วิธี Pour plate technique ดูดสารละลายธาตุอาหารพีชที่ต้องการแยกเชื้อรา 1 มล. ใส่ลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA + Ampicillin อาหารที่ใส่สารละลายแล้วไปเก็บไว้ในที่มีด ตรวจสอบการเจริญของเชื้อรา ทำการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์และจัดจำแนก

## 3. การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

### 3.1 การบันทึกข้อมูลระหว่างการปลูก

1. วัดความยาวใบ
2. วัดความกว้างใบ
3. วัดขนาดใบ
4. วัดจำนวนใบ
5. วัดความสูงของต้น

หมายเหตุ : ทำการวัดทุกอาทิตย์

### 3.2 การบันทึกข้อมูลหลังการเก็บเกี่ยว

1. ชั่งน้ำหนักสดของลำต้น
2. ชั่งน้ำหนักสดของราก

### 3.3 การตรวจสอบจำแนกเชื้อราในระบบ

เก็บน้ำตัวอย่างสารละลายธาตุอาหารทุกชนิดไปทำการตรวจเชื้อ

หมายเหตุ : ทำการตรวจวัดทุกอาทิตย์

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

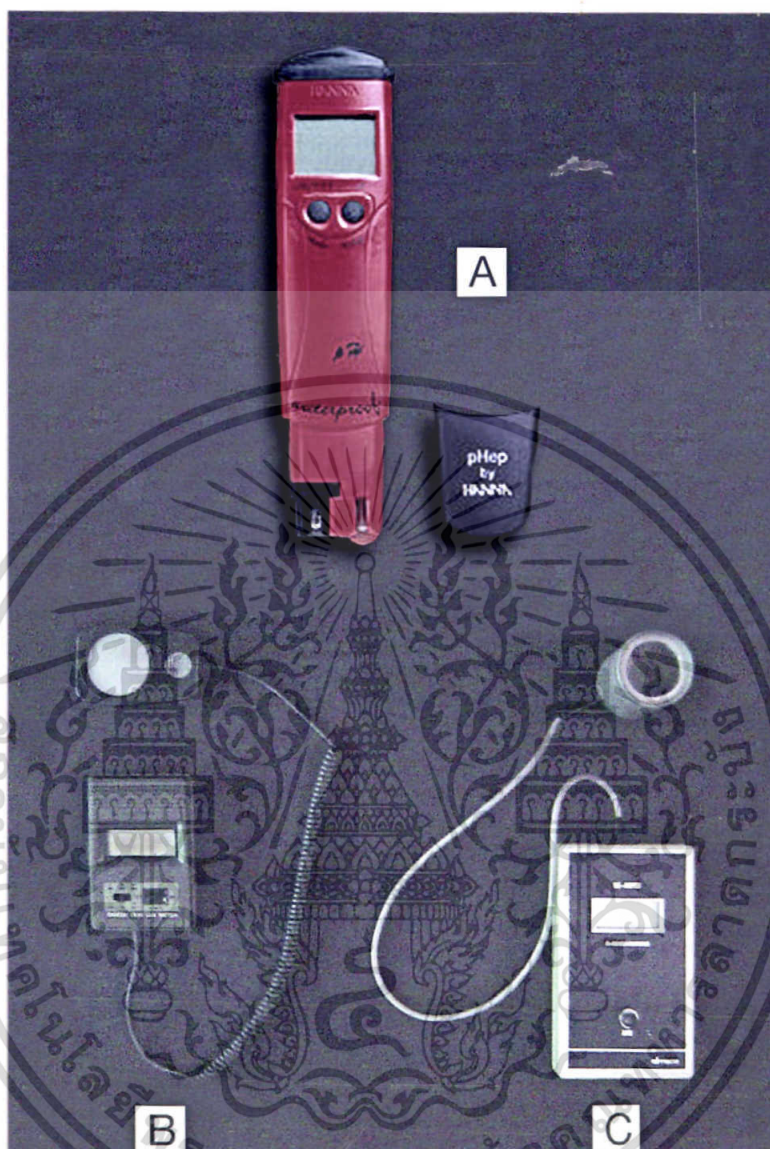
ทำการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

### สถานที่ทดลองและระยะเวลาการทดลอง

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการทดลองขึ้นที่ โรงเรียนปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (ระบบปิด) (ภาพที่ 8) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระยะเวลาทำการทดลองตั้งแต่ เดือน เมษายน 2548 ถึง กุมภาพันธ์ 2549



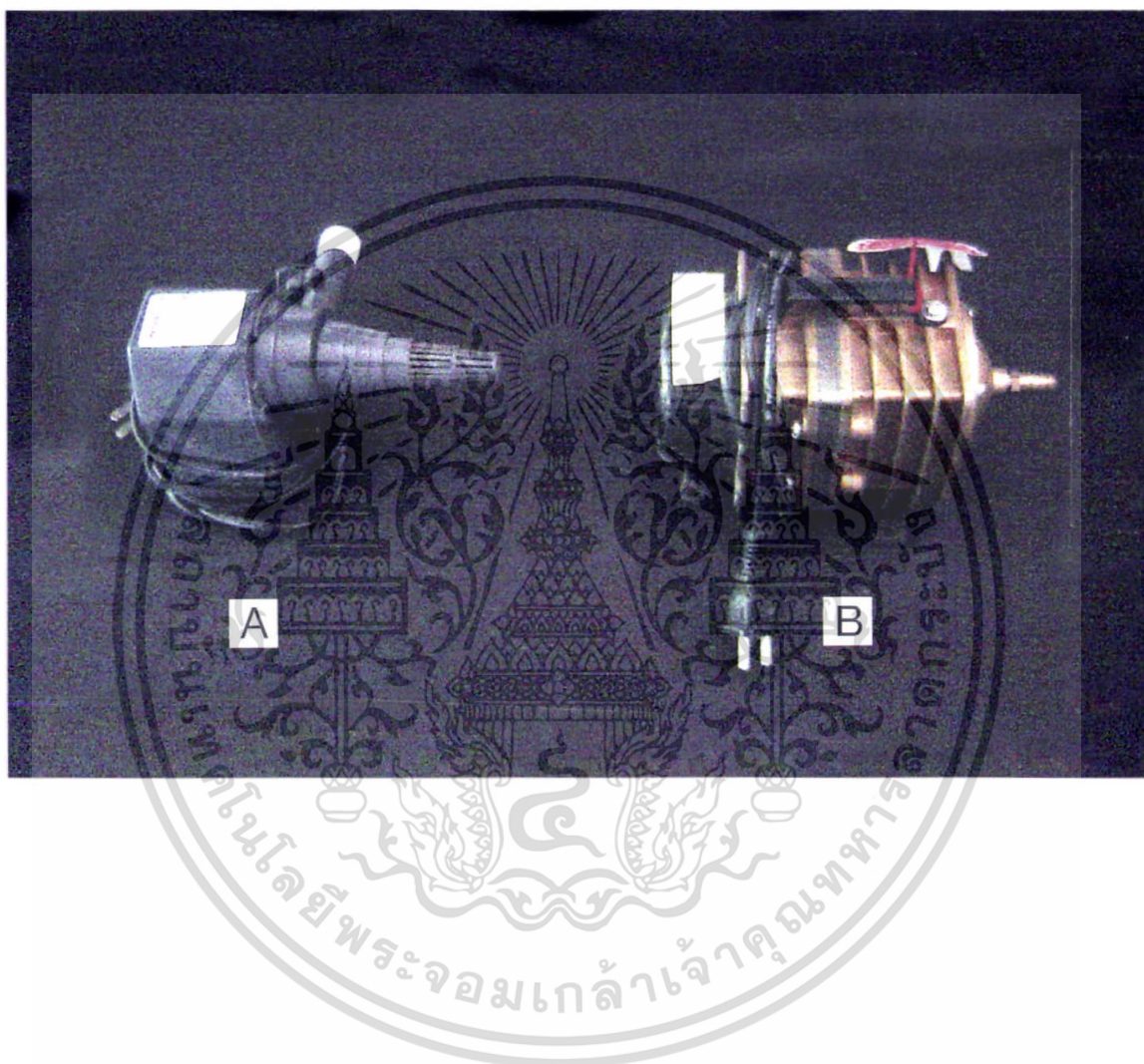
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้เก็บข้อมูลทางสภาพแวดล้อม

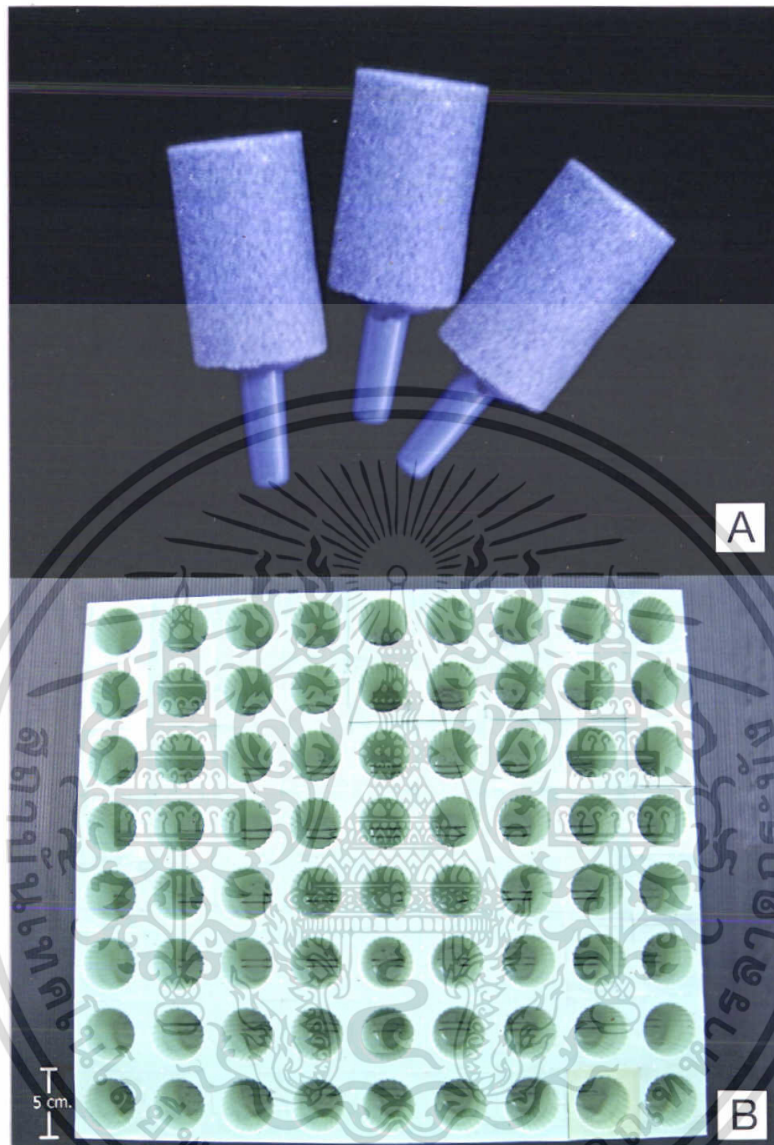
- A. เครื่องวัดความเป็นกรดและด่าง (pH meter)
- B. เครื่องวัดความเข้มแสง (LUX meter)
- C. เครื่องวัดความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (EC meter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงเครื่องเป่าอากาศให้แก่สารละลายธาตุอาหารในระบบ DFT และ  
 ปั้มน้ำที่ใช้ในระบบ NFT  
 A. ปั้มน้ำ  
 B. เครื่องเป่าอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แสดงหัวทรายที่ใช้ต่อกับสายยางจากเครื่องเป่าอากาศและถ้วยปลูก

- A. หัวทราย
- B. ถ้วยปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

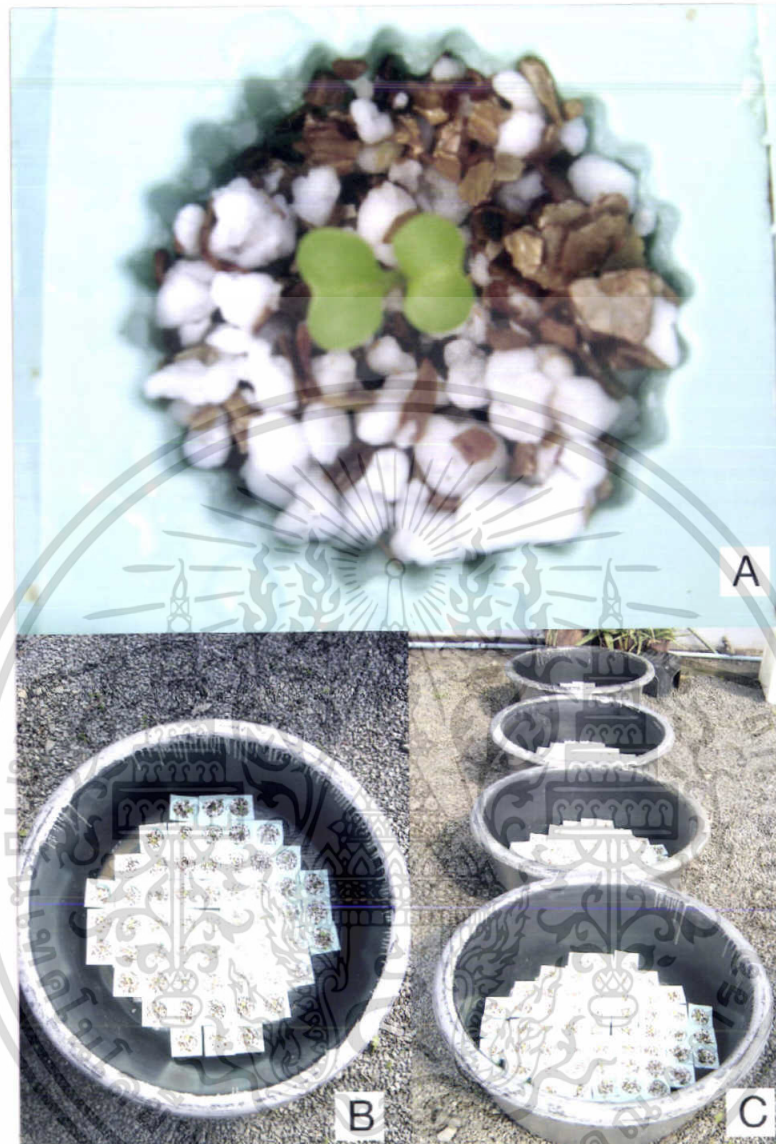


ภาพที่ 4 แสดงระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Deep Flow Technique (DFT) และระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Nutrient Film Technique (NFT)

A. ระบบ Deep Flow Technique (DFT)

B. ระบบ Nutrient Film Technique (NFT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับของสำนักคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้นำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

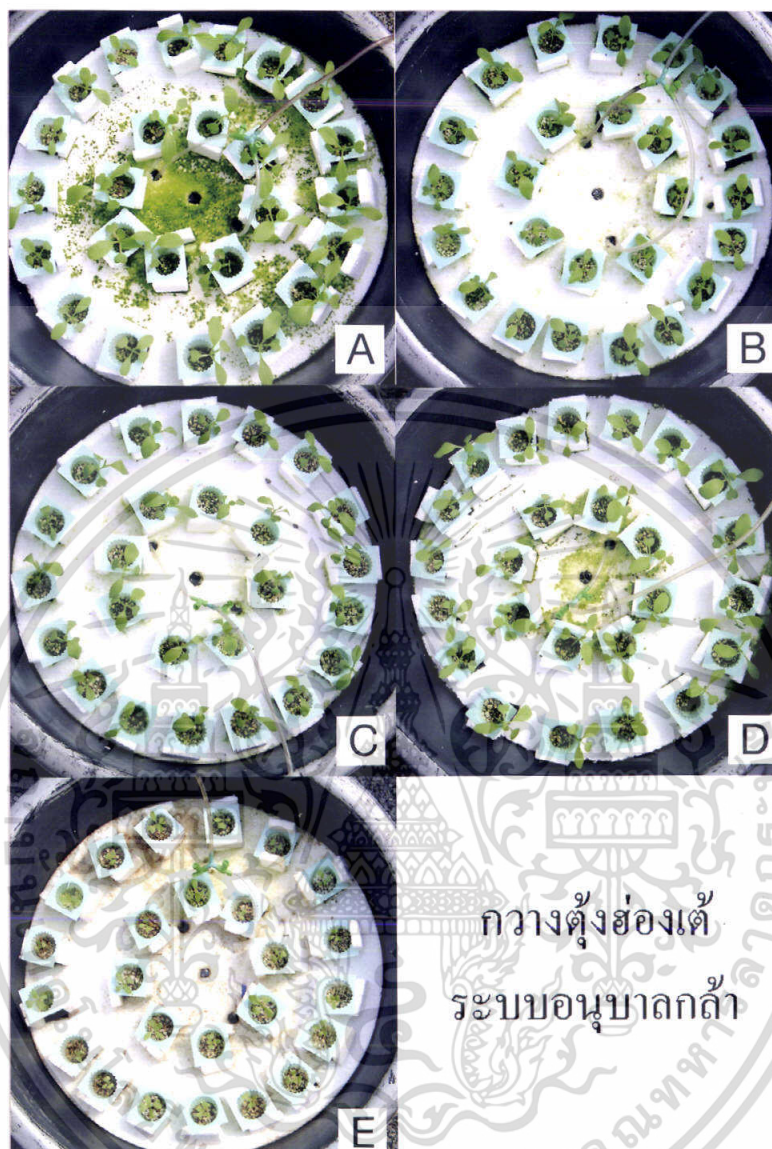


ภาพที่ 5 แสดงการเพาะต้นกล้าในวัสดุปลูก (vermiculite และ perlite)

A. ต้นกล้าภายในถ้วยปลูก

B. และ C. ต้นกล้าภายในถ้วยปลูกซึ่งใช้แช่น้ำด้วยกะละมัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

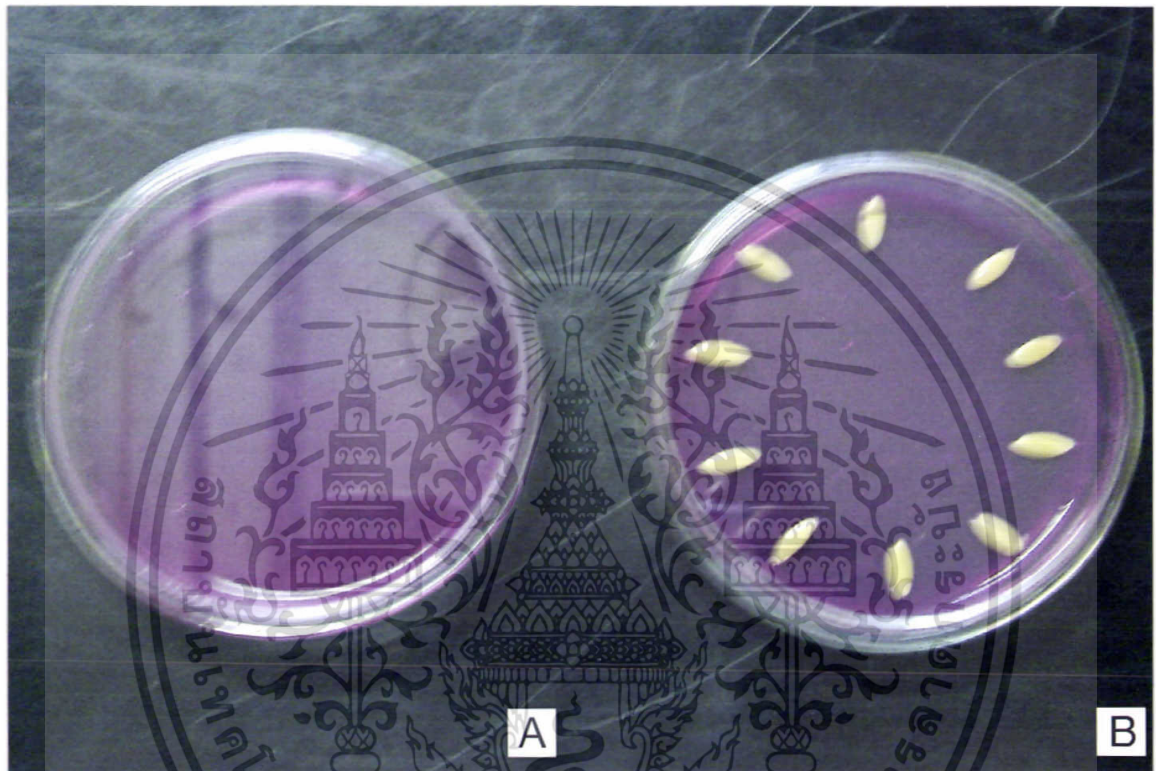


กว้างห้องใต้  
ระบบอนุบาลกล้า

ภาพที่ 6 แสดงต้นกล้าในระบบอนุบาลกล้าโดยใช้สารละลายธาตุอาหาร  
สูตรต่างๆ

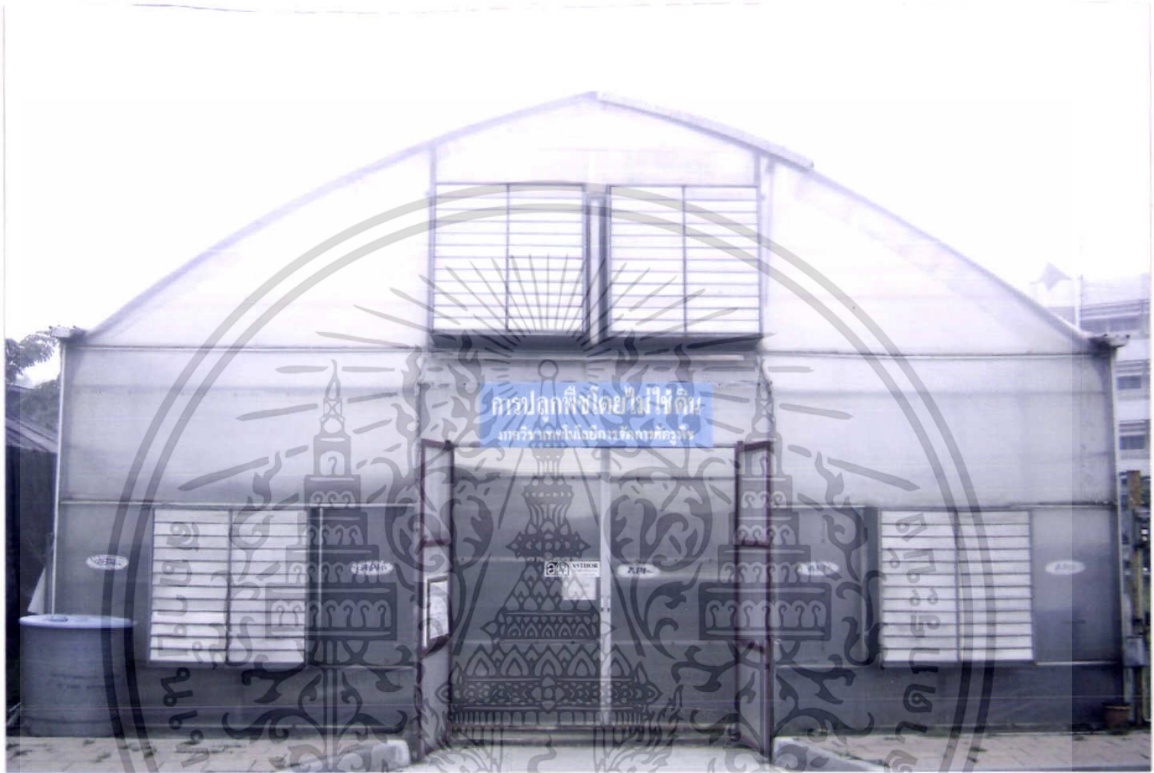
- |                                  |                                 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| A. สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน      | D. ปุ๋ยละลายช้าสูตร 24 - 8 - 16 |
| B. ปุ๋ยทางดินสูตร 15 - 15 - 15   | E. ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ              |
| C. ปุ๋ยละลายช้าสูตร 17 - 17 - 17 |                                 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 แสดงการทำ Baiting technique ในการตรวจตรวจสอบหาเชื้อ *Phytophthora* spp. และเชื้อ *Pythium* spp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 แสดงลักษณะของโรงเรือนที่ใช้ในการทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลอง

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยทางดิน ซึ่งได้แก่ปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15 ปุ๋ยละลายช้าสูตร 17-17-17 ปุ๋ยละลายช้าสูตร 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ เพื่อปลูกกวาดงศ์องเต้ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินรวมทั้งตรวจสอบเชื้อปนเปื้อน พบว่า ทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของกวาดงศ์องเต้ ทั้งด้านความสูง จำนวนใบจริง ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนักต้น น้ำหนักราก และน้ำหนักรวม อีกทั้งปัจจัยทั้งสองยังแสดงออกในลักษณะของการมีอิทธิพลร่วมอีกด้วย ทั้งนี้อิทธิพลที่มีผลต่อการเจริญเติบโตจะยังไม่เด่นชัดในระยะแรก และขึ้นอยู่กับชนิดของปุ๋ยโดยปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15 จะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของกวาดงศ์องเต้ใกล้เคียงกับสารละลายมาตรฐานมากกว่าปุ๋ยสูตรอื่นๆ ในสัปดาห์ที่ 2-3 (ตารางที่ 1 และ 2) (ภาพที่ 10-13) แต่เมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ก่อนที่จะทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตพบว่าปุ๋ยละลายช้าทั้ง 2 สูตร จะแสดงออกถึงอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของกวาดงศ์องเต้ ใกล้เคียงกับสารละลายธาตุอาหารมาตรฐานมากที่สุดโดยปุ๋ยละลายช้าสูตร 24-8-16 ให้ผลที่ดีกว่าปุ๋ยละลายช้าสูตร 17-17-17 (ตารางที่ 3) (ภาพที่ 9, 14 และ 15)

### ความสูง

เมื่อเก็บเกี่ยวพบว่า กวาดงศ์องเต้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน มีความสูงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ในสารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ในระบบ DFT และ NFT มีความสูง 20.34 และ 21.38 เซนติเมตรต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 3) (ภาพที่ 16, 17, 18 และ 19)

### จำนวนใบ

เมื่อเก็บเกี่ยวพบว่า กวาดงศ์องเต้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ระบบ NFT มีจำนวนใบจริงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ในสารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ระบบ NFT มีจำนวนใบจริง 11.83 ใบต่อต้น ซึ่งในระบบ DFT จะมีจำนวนใบจริง 10.25 ใบต่อต้น (ตารางที่ 3) (ภาพที่ 16, 17, 18 และ 19)

### ความกว้างใบ

เมื่อเก็บเกี่ยวพบว่า กวาดงศ์องเต้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน, ปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15, ปุ๋ยละลายช้าสูตร 17-17-17 และปุ๋ยละลายช้าสูตร 24-8-16 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ในสารละลายสารละลายธาตุอาหารมาตรฐานใน

ระบบ DFT และ NFT มีความกว้างของใบ 12.16 และ 12.35 เซนติเมตรต่อต้านตามลำดับ ,ปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15 ในระบบ DFT และ NFT มีความกว้างของใบ 12.22 และ 12.40 เซนติเมตรต่อต้านตามลำดับ, ปุ๋ยละลายช้าสูตร 17-17-17 ในระบบ DFT และ NFT มีความกว้างของใบ 11.67 และ 12.27 เซนติเมตรต่อต้านตามลำดับ และในปุ๋ยละลายช้า 24-8-16 ในระบบ DFT และ NFT มีความกว้างของใบ 11.99 และ 12.40 เซนติเมตรต่อต้านตามลำดับ (ตารางที่ 3) (ภาพที่16, 17, 18 และ 19)

#### ความยาวใบ

เมื่อเก็บเกี่ยวพบว่า กวางดั่งฮองเต้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ระบบ NFT และในปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15 ระบบ NFT ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยสูตรอื่นๆ กล่าวคือ ในสารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ระบบ NFT และปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15 มีความยาวใบ 15.75 และ 15.28 เซนติเมตรต่อต้านตามลำดับ (ตารางที่ 3) (ภาพที่16, 17, 18 และ 19)

#### น้ำหนักต้น

เมื่อเก็บเกี่ยวพบว่า กวางดั่งฮองเต้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ระบบ NFT และในปุ๋ยละลายช้าสูตร 24-8-16 ระบบ NFT ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยสูตรอื่นๆ กล่าวคือในสารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ระบบ NFT และ ปุ๋ยละลายช้าสูตร 24-8-16 ระบบ NFT มีน้ำหนักต้น 69.83 และ 65.71 กรัมต่อต้านตามลำดับ (ตารางที่ 3) (ภาพที่16, 17, 18 และ 19)

#### น้ำหนักราก

เมื่อเก็บเกี่ยวพบว่า กวางดั่งฮองเต้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ระบบ NFT, ปุ๋ยละลายช้าสูตร 17-17-17 และในปุ๋ยละลายช้าสูตร 24-8-16 ระบบ NFT ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยสูตรอื่นๆ กล่าวคือ ในสารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ระบบ NFT, ปุ๋ยละลายช้าสูตร 17-17-17 และปุ๋ยละลายช้าสูตร 24-8-16 มีน้ำหนักราก 9.30, 11.21 และ 11.38 กรัมต่อต้านตามลำดับ (ตารางที่ 3) (ภาพที่16, 17, 18 และ 19)

### น้ำหนักรวม

เมื่อเก็บเกี่ยวพบว่า กวางตุ้งฮ่องเต้ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ระบบ NFT และในปุ๋ยละลายช้าสูตร 24-8-16 ระบบ NFT ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยสูตรอื่นๆ กล่าวคือในสารละลายมาตรฐานระบบ NFT และ ปุ๋ยละลายช้าสูตร 24-8-16 ระบบ NFT มีน้ำหนักรวม 79.13 และ 77.08 กรัมต่อต้นตามลำดับ ซึ่งในสารละลายธาตุอาหารทั้งคู่มีน้ำหนักรวมมากกว่าสูตรอื่นๆ (ตารางที่ 3) (ภาพที่ 16, 17, 18 และ 19)

ทางด้านการตรวจสอบเชื้อ ในระหว่างการปลูกพืชได้มีการนำสารละลายธาตุอาหารมาทำตรวจสอบเชื้อประจำทุกสัปดาห์ พบว่า พบเชื้อ *Aspergillus* spp. (ภาพที่ 21), *Trichoderma* spp. (ภาพที่ 22) และ *Penicillium* spp. (ภาพที่ 23) ในทั้งในระบบ DFT และ NFT ยกเว้นแต่ในปุ๋ยละลายช้าสูตร 17-17-17 ระบบ DFT จะไม่พบเชื้อ *Trichoderma* spp. (ภาพที่ 22) และในปุ๋ยละลายช้าสูตร 24-8-16 ระบบ DFT จะไม่พบเชื้อ *Penicillium* spp. (ตารางที่ 4) (ภาพที่ 23) (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก อนุกรมวิธานของเชื้อ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตของกวางตุ้งฮ่องเต้ (ความสูง, จำนวนใบจริง, ความกว้างใบ และความยาวใบ) ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 2)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	การเจริญเติบโตของกวางตุ้งฮ่องเต้			
		ความสูง (ซม.)	จำนวนใบจริง (ใบ)	ความกว้างใบ (ซม.)	ความยาวใบ (ซม.)
standard	DFT	3.63a <sup>1/</sup>	3.58abc <sup>1/</sup>	2.46ab <sup>1/</sup>	3.75ab <sup>1/</sup>
	NFT	3.43a	3.92a	2.63a	4.03a
15-15-15	DFT	3.60a	3.67abc	2.58ab	3.56bcd
	NFT	3.52a	3.83ab	2.60ab	3.75ab
17-17-17	DFT	3.51a	3.50abc	2.39abc	3.69abc
	NFT	3.39a	3.42abc	2.59ab	3.82ab
24-8-16	DFT	3.42a	3.58abc	2.28bc	3.28cd
	NFT	3.58a	3.58abc	2.46ab	3.55bcd
Organic	DFT	2.36a	3.25c	1.28d	2.17e
	NFT	1.68c	3.33bc	2.12c	3.16d
C.V. =		11.86%	15.32%	14.67%	13.86%
สารละลายธาตุอาหาร(ปัจจัย A)		**	*	**	**
ระบบปลูก(ปัจจัย B)		**	ns	**	**
A x B		**	ns	**	*

1/ = ค่าเฉลี่ยจาก 12 ซ้ำ ที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ns = nonsignificant at 95% Level

\* = significant at 95% Level

\*\* = highly significant at 99% Level

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตของกวางตุ้งฮ่องเต้ (ความสูง, จำนวนใบจริง, ความกว้างใบ และความยาวใบ) ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT

โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 3)

สารละลาย ธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	การเจริญเติบโตของกวางตุ้งฮ่องเต้			
		ความสูง (ซม.)	จำนวนใบจริง (ใบ)	ความกว้างใบ (ซม.)	ความยาวใบ (ซม.)
standard	DFT	13.54ab <sup>1/</sup>	6.83ab <sup>1/</sup>	8.77a <sup>1/</sup>	10.52ab <sup>1/</sup>
	NFT	14.08a	7.50a	8.70a	11.93a
15-15-15	DFT	13.38ab	6.08bd	8.06ab	10.03bc
	NFT	13.70ab	7.33ab	7.58b	10.53ab
17-17-17	DFT	13.43ab	6.33cd	7.83ab	10.14bc
	NFT	13.33ab	7.17ab	7.78ab	10.59ab
24-8-16	DFT	12.66b	6.08d	7.98ab	10.66ab
	NFT	12.56b	6.92b	8.20ab	10.63ab
Organic	DFT	5.26c	4.92e	3.92d	6.30d
	NFT	5.39c	5.25e	5.58c	8.92c
C.V. =		10.77%	10.21%	15.69%	16.24%
สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)		**	**	**	**
ระบบปลูก (ปัจจัย B)		ns	**	ns	**
A x B		ns	ns	*	*

1/ = ค่าเฉลี่ยจาก 12 ซ้ำ ที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ns = nonsignificant at 95% Level

\* = significant at 95% Level

\*\* = highly significant at 99% Level

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตของกวางตุ้งฮ่องเต้ (ความสูง, จำนวนใบจริง, ความกว้างใบ, ความยาวใบ, น้ำหนักต้น, น้ำหนักรากและน้ำหนักรวม) ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 4)

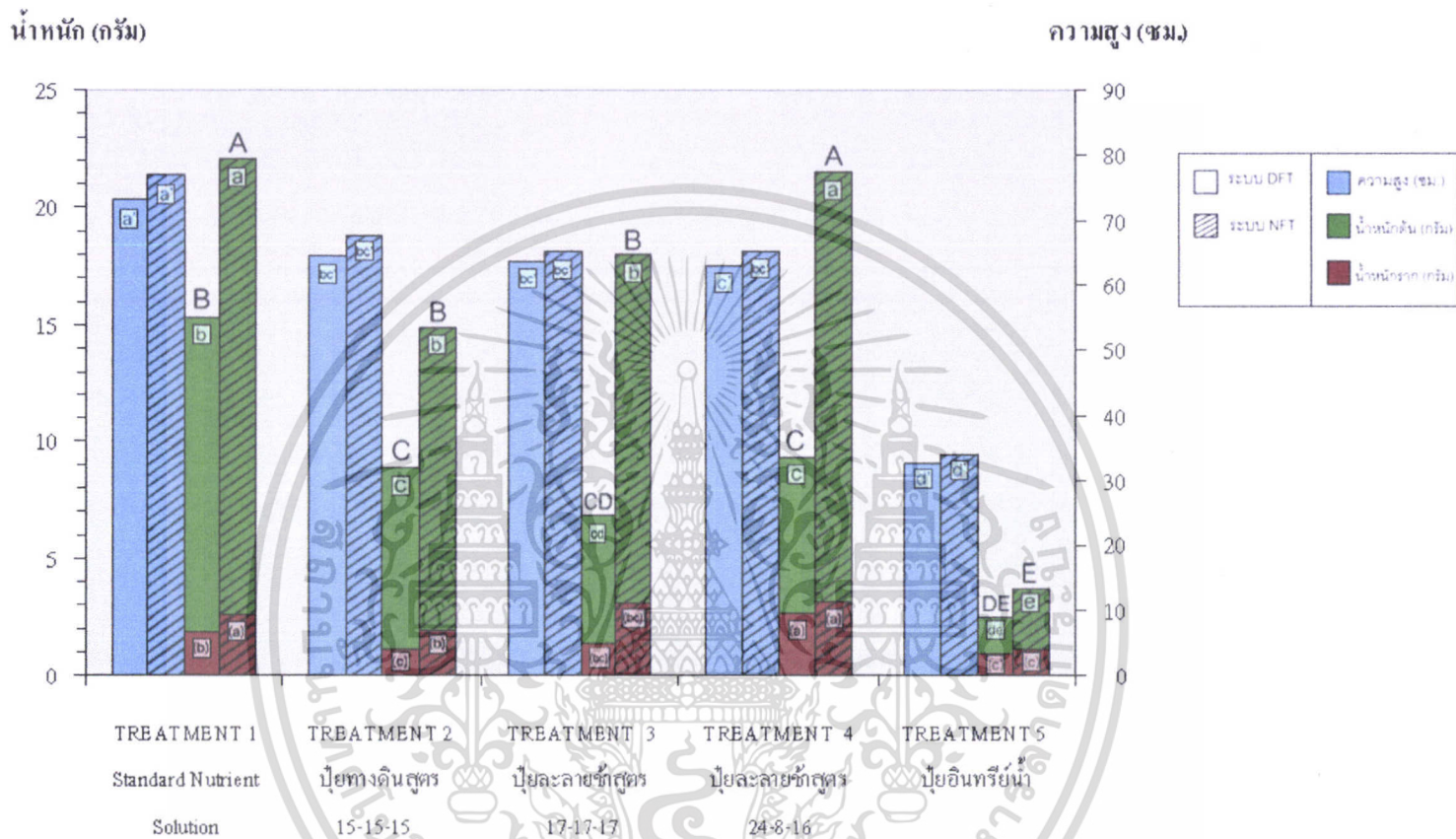
สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	การเจริญเติบโตของกวางตุ้งฮ่องเต้						
		ความสูง (ซม.)	จำนวนใบจริง (ใบ)	ความกว้างใบ (ซม.)	ความยาวใบ (ซม.)	น้ำหนักต้น (กรัม)	น้ำหนักราก (กรัม)	น้ำหนักรวม (กรัม)
standard	DFT	20.34a <sup>1/</sup>	10.25bc <sup>1/</sup>	12.16a <sup>1/</sup>	15.52ab <sup>1/</sup>	47.96b <sup>1/</sup>	6.79b <sup>1/</sup>	54.75b <sup>1/</sup>
	NFT	21.38a	11.83a	12.35a	15.75a	69.83a	9.30a	79.13a
15-15-15	DFT	17.91bc	9.75c	12.22a	14.73bcd	27.73c	4.06c	31.79c
	NFT	18.79bc	10.92b	12.40a	15.28abc	46.14b	7.02b	53.16b
17-17-17	DFT	17.67bc	9.67c	11.67a	14.17d	19.43cd	5.01bc	24.03cd
	NFT	18.10bc	10.33bc	12.27a	14.55cd	53.16b	11.21a	64.36b
24-8-16	DFT	17.46c	9.58c	11.99a	14.10d	23.75c	9.44a	33.19c
	NFT	18.14bc	10.25bc	12.40a	14.23d	65.71a	11.38a	77.08a
Organic	DFT	9.08d	7.83e	5.68c	8.10f	9.71de	3.38c	13.09de
	NFT	9.44d	8.83d	7.03b	10.13e	4.64e	4.02c	8.66e
C.V. =		8.14%	8.96%	8.85%	7.90%	33.51%	38.01%	32.14%
สารละลายธาตุอาหาร(ปัจจัย A)		**	**	**	**	**	**	**
ระบบปลูก(ปัจจัย B)		**	**	**	**	**	**	**
A x B		ns	ns	ns	*	**	*	**

1/ = ค่าเฉลี่ยจาก 12 ซ้ำ ที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในกลุ่มนี้เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ns = nonsignificant at 95% Level

\* = significant at 95% Level

\*\* = highly significant at 99% Level



หมายเหตุ : กราฟแท่งของความสูงที่มีอักษรกำกับต่างกัน แสดงความแตกต่างทางสถิติ  
 : กราฟแท่งของน้ำหนักรากที่มีอักษรกำกับต่างกัน แสดงความแตกต่างทางสถิติ  
 : กราฟแท่งของน้ำหนักรวมที่มีอักษรกำกับต่างกัน แสดงความแตกต่างทางสถิติ

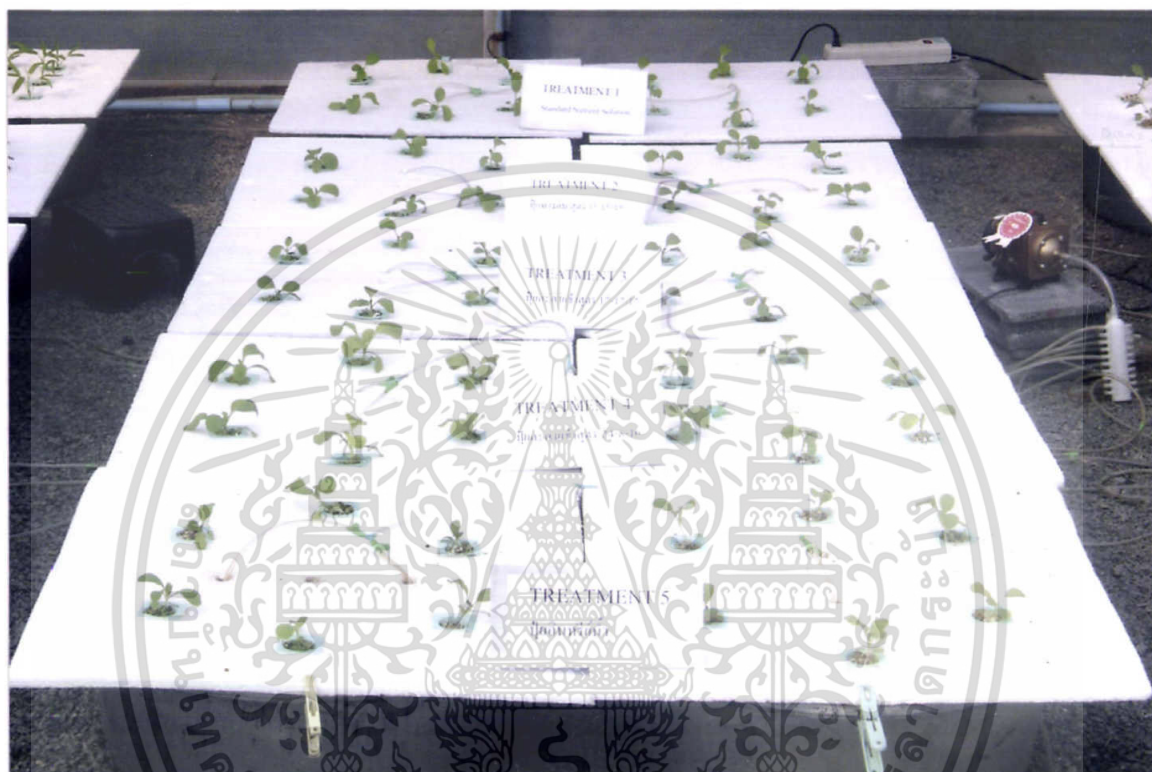
ภาพที่ 9 กราฟแสดงการเจริญเติบโตของกวางตุ้งฮ่องเต้ (ความสูง, จำนวนใบจริง, ความกว้างใบ ความยาวใบ, น้ำหนักต้น, น้ำหนักรากและน้ำหนักรวม) ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 4)

ตารางที่ 4 การตรวจพบเชื้อในระบบ DFT และ NFT ตลอดการทดลอง

	ระบบปลูก	<i>Aspergillus spp.</i>	<i>Trichoderma spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>
Treatment 1 : สูตรสารละลายมาตรฐาน	DFT	+	+	+
	NFT	+	+	+
Treatment 2 : ปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15	DFT	+	+	+
	NFT	+	+	+
Treatment 3 : ปุ๋ยละลายช้าสูตร 17-17-17	DFT	+	-	+
	NFT	+	+	+
Treatment 4 : ปุ๋ยละลายช้าสูตร 24-8-16	DFT	+	+	-
	NFT	+	+	+
Treatment 5 : ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	+	+	+
	NFT	+	+	+

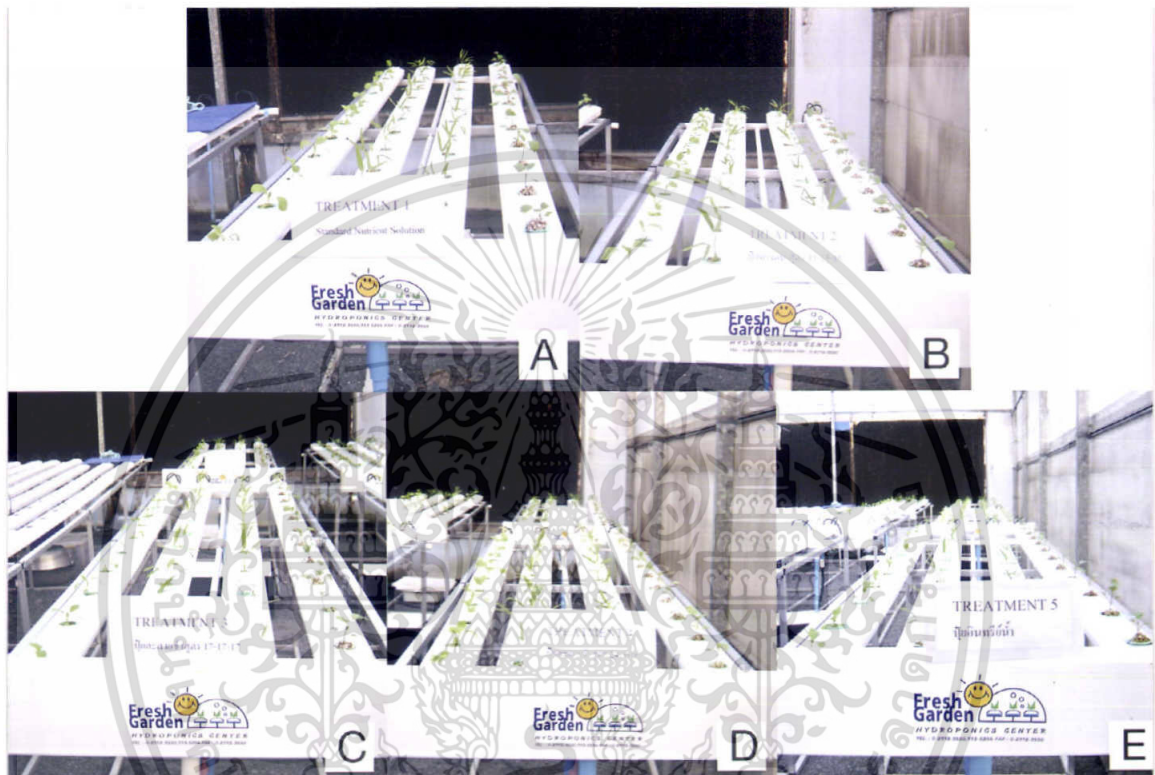
หมายเหตุ + = ตรวจพบเชือนั้นๆในระบบปลูก

- = ตรวจไม่พบเชือนั้นๆในระบบปลูก



ภาพที่ 10 แสดงวางตั้งห้องเตีในระบบ DFTโดยใช้สารละลายธาตุอาหาร  
สูตรต่างๆ (สัปดาห์ที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

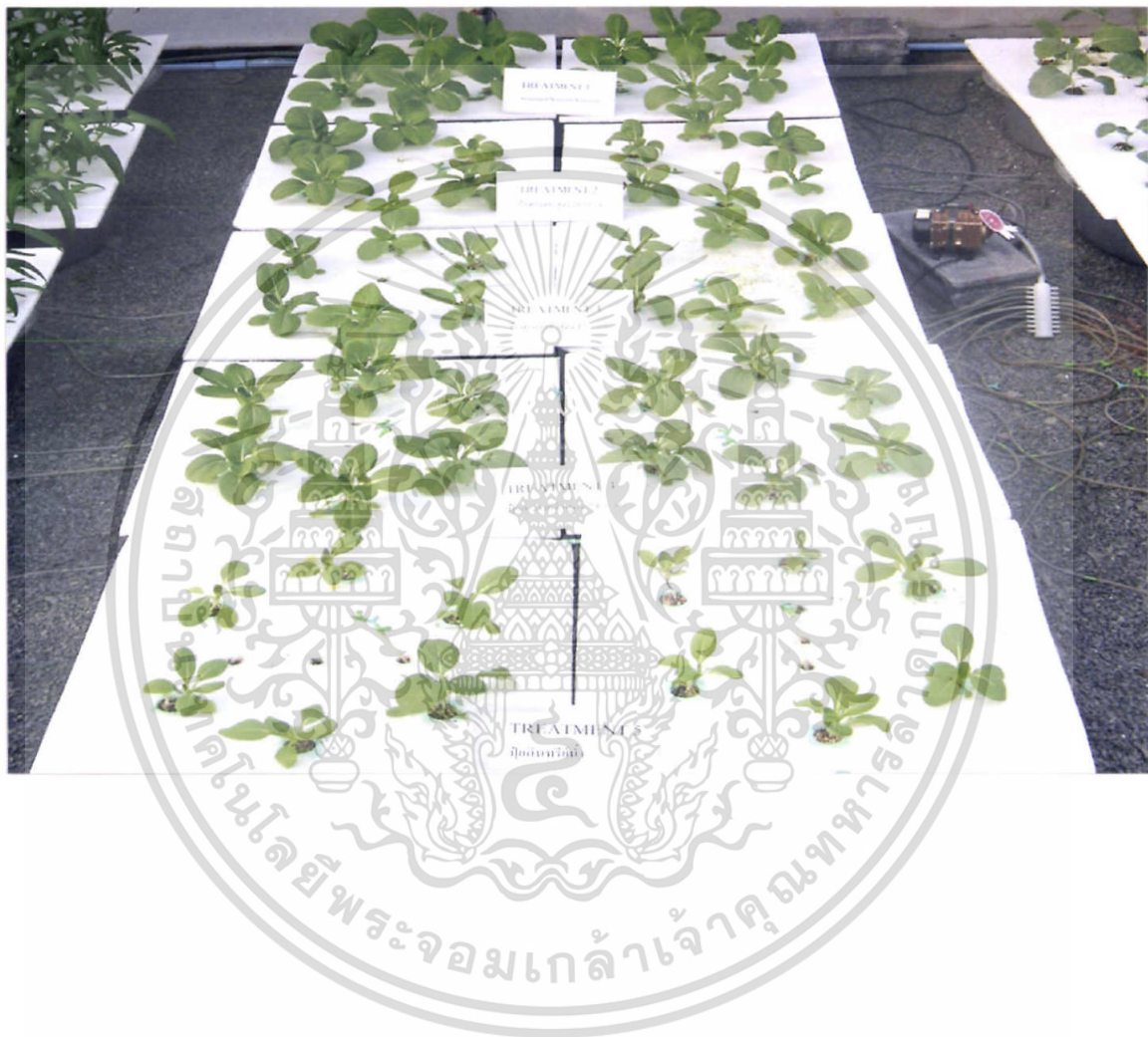


ภาพที่ 11 แสดงกวางตุ้งฮ่องเต้ในระบบ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร

สูตรต่างๆ (สัปดาห์ที่ 2)

- A. สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน
- B. ปุ๋ยทางดินสูตร 15 - 15 - 15
- C. ปุ๋ยละลายช้าสูตร 17 - 17 - 17
- D. ปุ๋ยละลายช้าสูตร 24 - 8 - 16
- E. ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

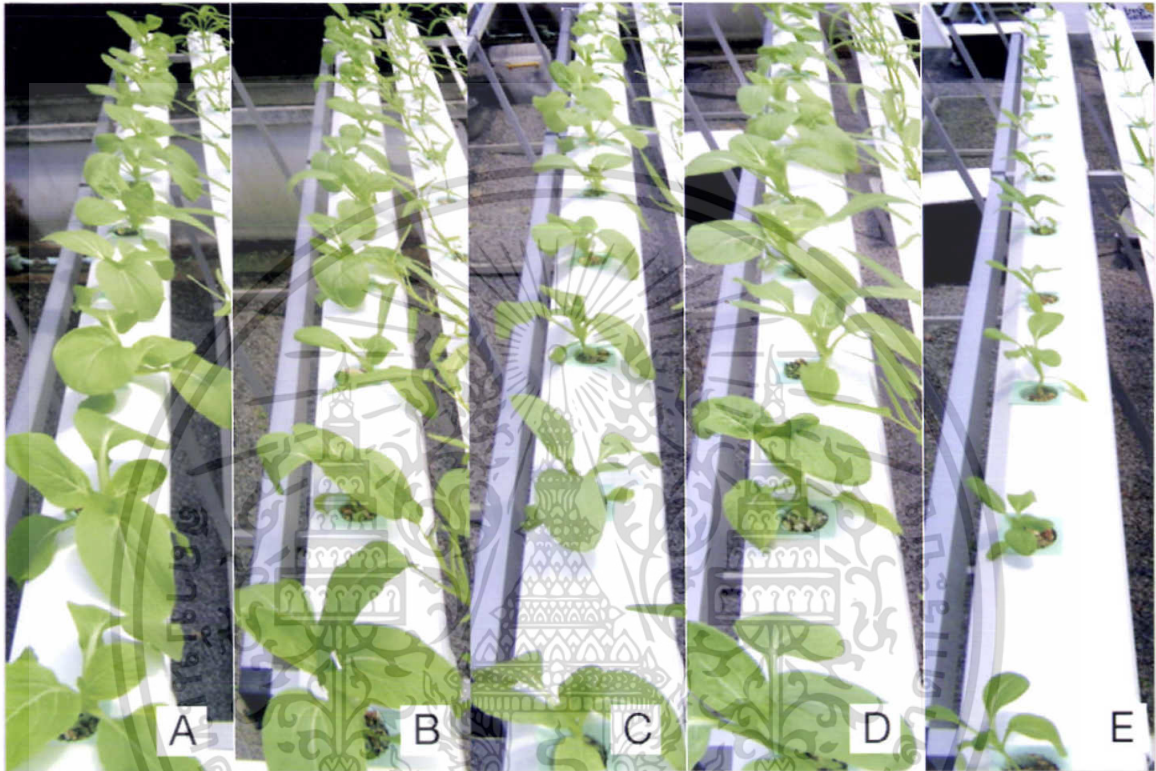


ภาพที่ 12 แสดงกวางตุ้งฮ่องเต้ในระบบ DFTโดยใช้สารละลายธาตุอาหาร

สูตรต่างๆ (สัปดาห์ที่ 3)

- |                                  |                                 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| A. สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน      | D. ปุ๋ยละลายช้าสูตร 24 - 8 - 16 |
| B. ปุ๋ยทางดินสูตร 15 - 15 - 15   | E. ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ              |
| C. ปุ๋ยละลายช้าสูตร 17 - 17 - 17 |                                 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13 แสดงการงอกของต้นผักในระบบ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร  
สูตรต่างๆ (สัปดาห์ที่ 3)

- |                                  |                                 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| A. สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน      | D. ปุ๋ยละลายช้าสูตร 24 - 8 - 16 |
| B. ปุ๋ยทางดินสูตร 15 - 15 - 15   | E. ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ              |
| C. ปุ๋ยละลายช้าสูตร 17 - 17 - 17 |                                 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14 แสดงความสูงของเต๋ในระบบ DFTโดยใช้สารละลายธาตุอาหาร

สูตรต่างๆ (สัปดาห์ที่ 4)

- |                                  |                                 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| A. สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน      | D. ปุ๋ยละลายช้าสูตร 24 - 8 - 16 |
| B. ปุ๋ยทางดินสูตร 15 - 15 - 15   | E. ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ              |
| C. ปุ๋ยละลายช้าสูตร 17 - 17 - 17 |                                 |

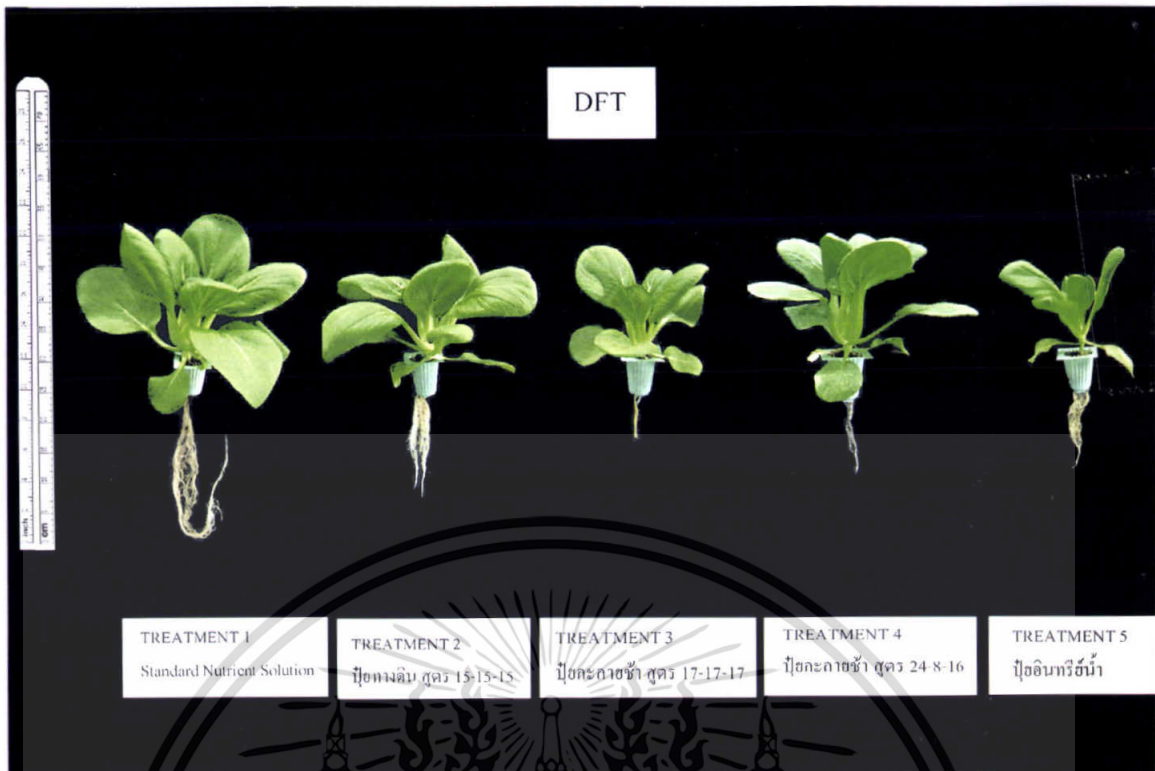
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



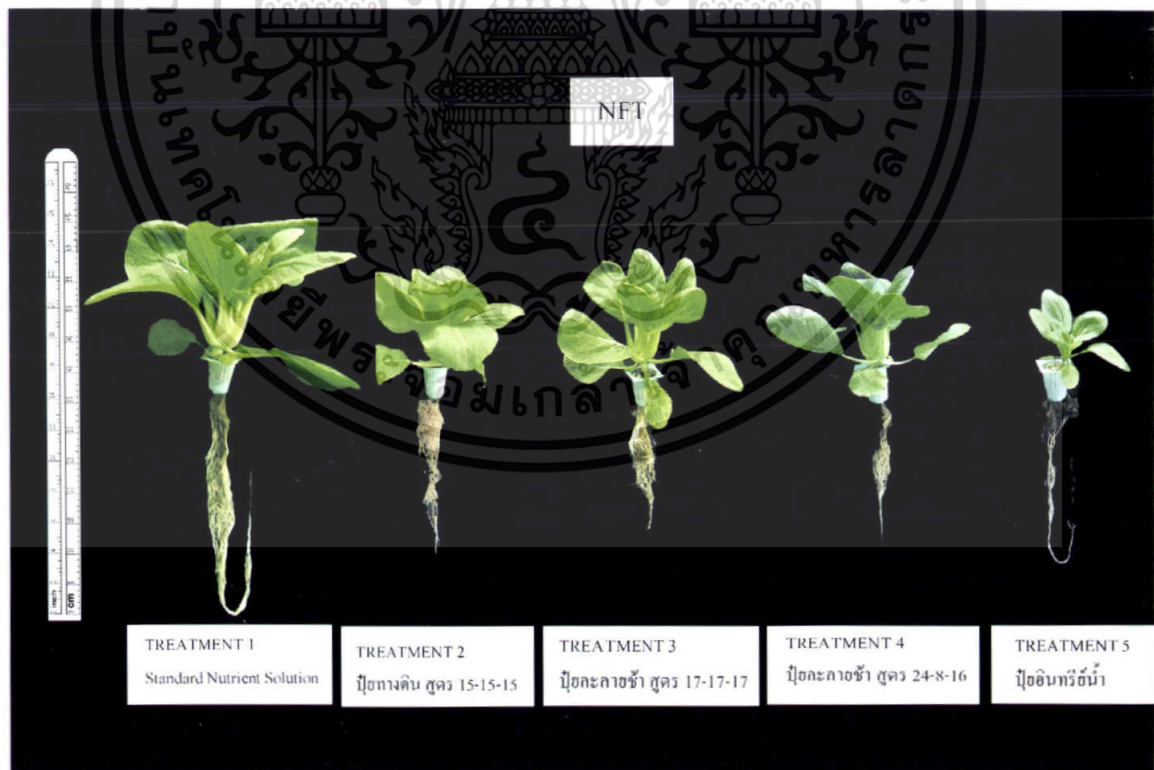
ภาพที่ 15 แสดงวางตั้งห้องเต็นท์ในระบบ NFTโดยใช้สารละลายธาตุอาหาร  
สูตรต่างๆ (สัปดาห์ที่ 4)

- |                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| A. สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน       | D. ปุ๋ยละลายธาตุสูตร 24 - 8 - 16 |
| B. ปุ๋ยทางดินสูตร 15 - 15 - 15    | E. ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ               |
| C. ปุ๋ยละลายธาตุสูตร 17 - 17 - 17 |                                  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

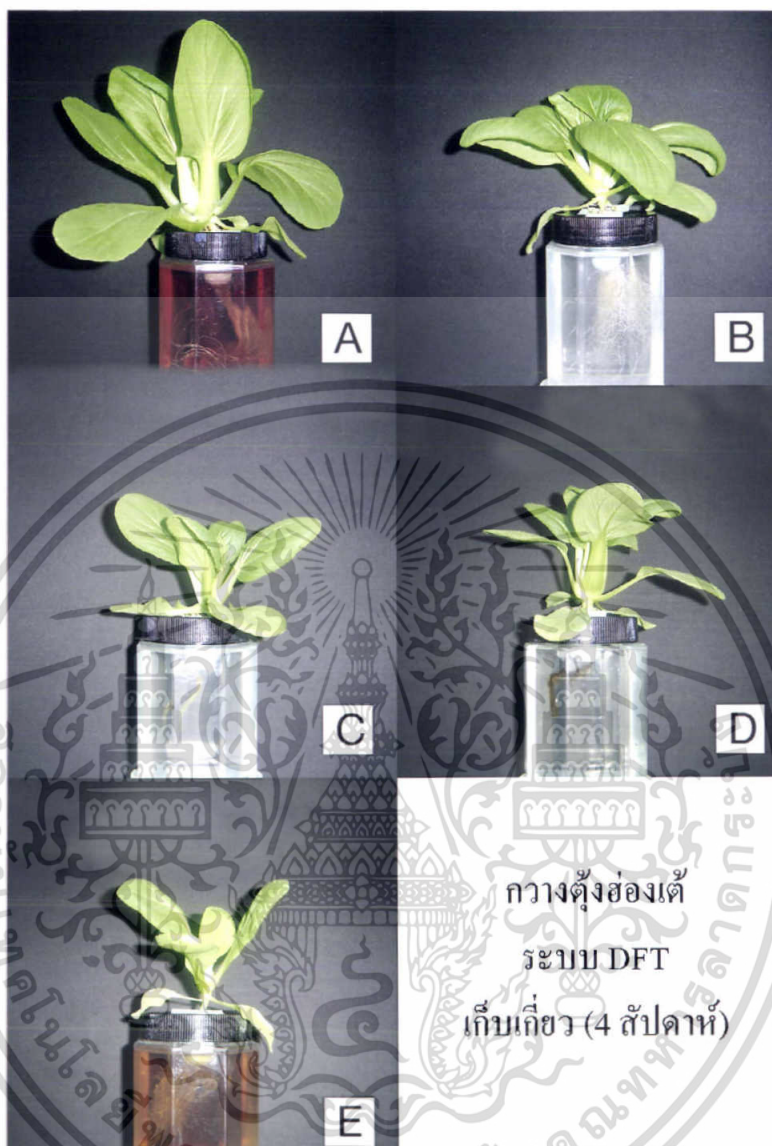


ภาพที่ 16 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกวางตุ้งฮ่องเต้โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร ที่ปลูกในระบบ DFT (เก็บเกี่ยว 4 สัปดาห์หลังจากลงระบบ)



ภาพที่ 17 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกวางตุ้งฮ่องเต้โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตรที่ปลูกในระบบ NFT (เก็บเกี่ยว 4 สัปดาห์หลังจากลงระบบ)

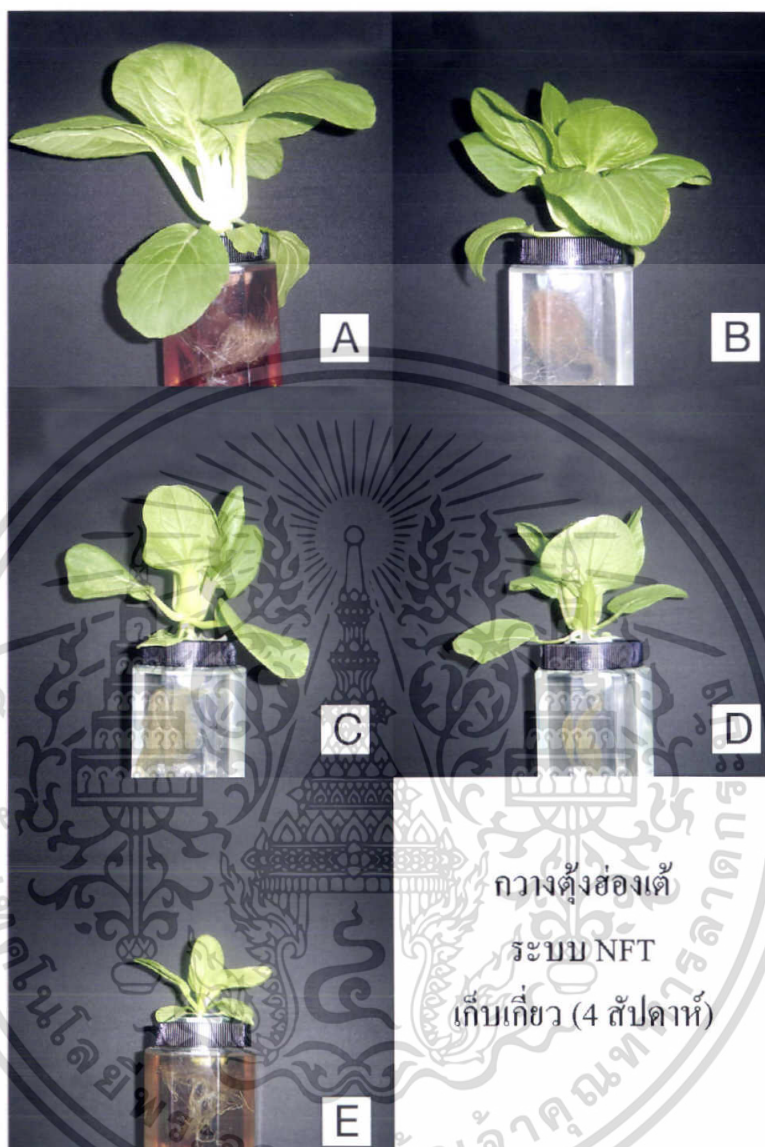
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 18 แสดงการเปรียบเทียบกวางตุงย่องเต้ภายในสารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร ในระบบ DFT (เก็บเกี่ยว 4 สัปดาห์หลังจากลงระบบ)

- |                                  |                                 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| A. สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน      | D. ปุ๋ยละลายช้าสูตร 24 - 8 - 16 |
| B. ปุ๋ยทางดินสูตร 15 - 15 - 15   | E. ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ              |
| C. ปุ๋ยละลายช้าสูตร 17 - 17 - 17 |                                 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 19 แสดงการเปรียบเทียบการงอกตัวของผักกาดในสารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร  
ในระบบ NFT (เก็บเกี่ยว 4 สัปดาห์หลังจากลงระบบ)

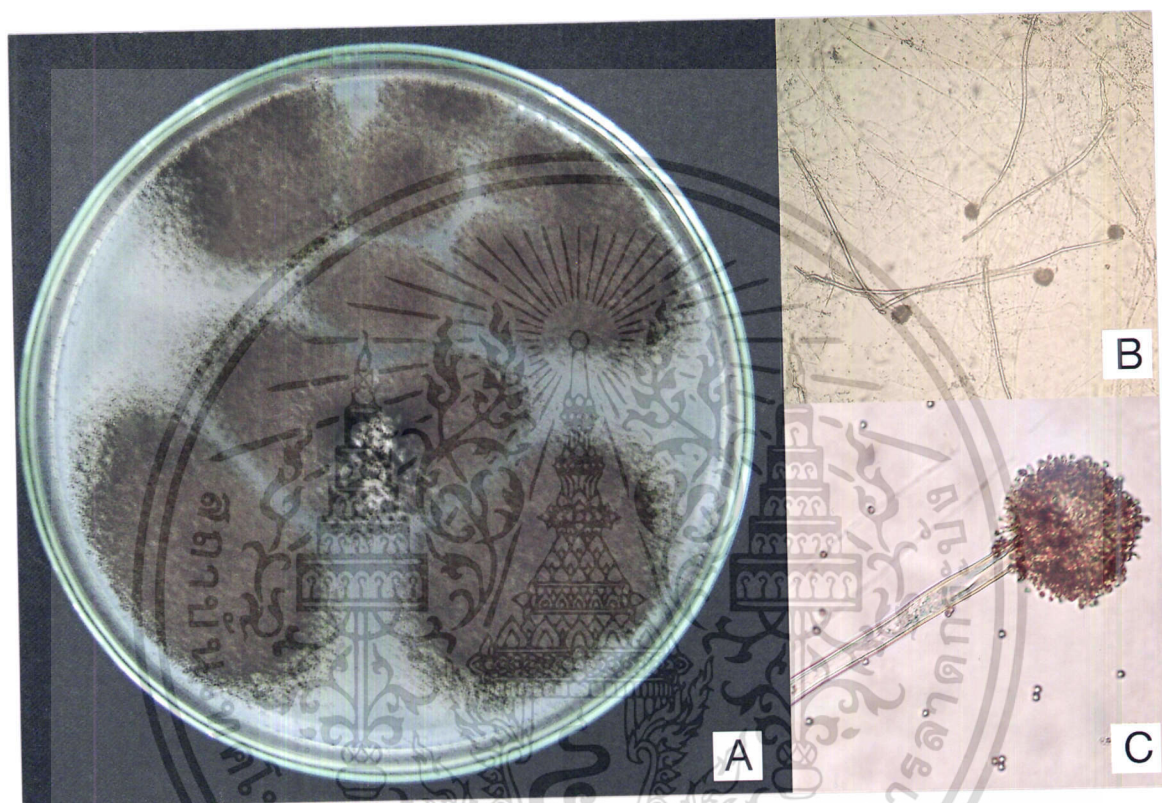
A. สารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน	D. ปุ๋ยละลายช้าสูตร 24 - 8 - 16
B. ปุ๋ยทางดินสูตร 15 - 15 - 15	E. ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ
C. ปุ๋ยละลายช้าสูตร 17 - 17 - 17	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 20 แสดงอาการขาดธาตุของกวาวตุ้งฮ่องเต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 21 แสดงลักษณะของเชื้อ *Aspergillus* spp.

- A. ลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Aspergillus* spp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA
- B. ลักษณะของเส้นใยและ Conidia ของเชื้อ *Aspergillus* spp. (10X)
- C. ลักษณะของเส้นใยและ Conidia ของเชื้อ *Aspergillus* spp. (40X)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



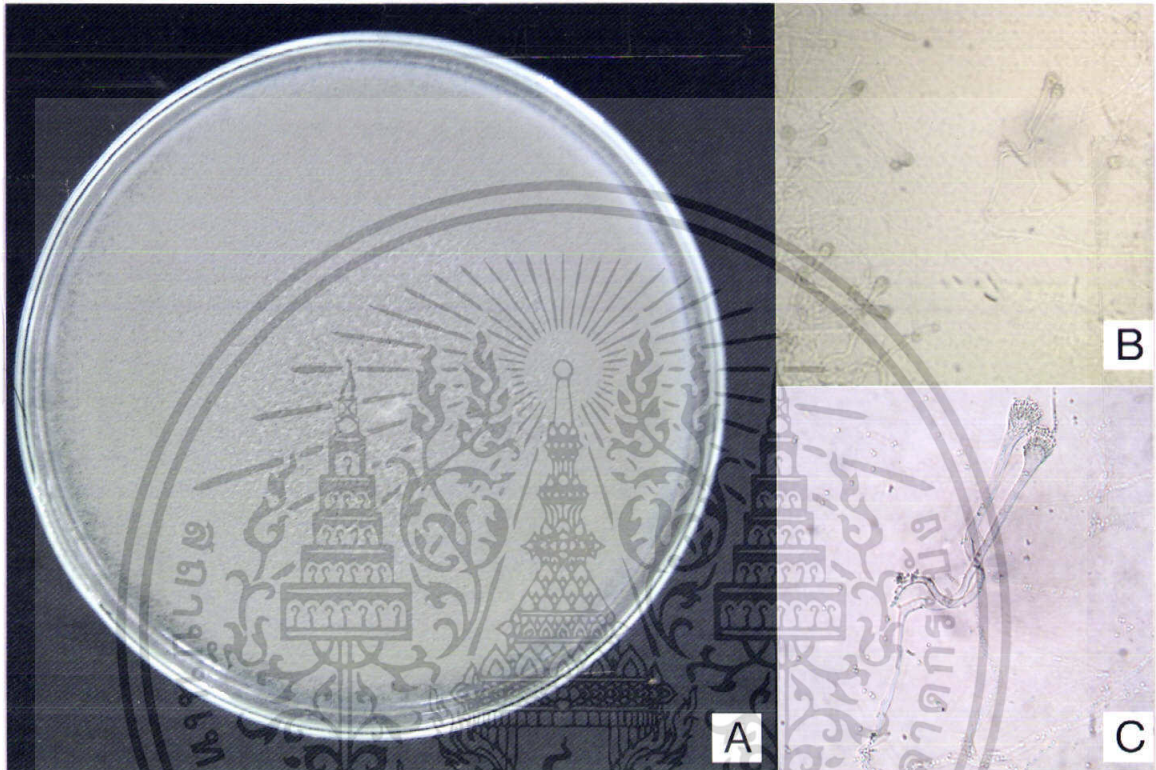
ภาพที่ 22 แสดงลักษณะของเชื้อ *Trichoderma* spp.

A. ลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Trichoderma* spp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

B. ลักษณะของเชื้อ *Trichoderma* spp. (10X)

C. ลักษณะของเชื้อ *Trichoderma* spp. (40X)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 23 แสดงลักษณะของเชื้อ *Penicillium* spp.

- A. ลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Penicillium* spp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA
- B. ลักษณะของเชื้อ *Penicillium* spp. (10X)
- C. ลักษณะของเชื้อ *Penicillium* spp. (40X)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาบทบาทของการใช้ปุ๋ยทางดินชนิดต่างๆ ร่วมกับปุ๋ยจุลธาตุสำเร็จรูปแทนสารละลายธาตุอาหารพืช ที่มีต่อการเจริญเติบโตของกวาดงตั้งสองเต้ ร่วมกับการทดลองศักยภาพของระบบ DFT และ NFT ให้ผลเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นว่า การปลูกกวาดงตั้งในระบบ NFT จะให้ผลผลิตสูงกว่าระบบ DFT และสอดคล้องกับ Ikeda *et al.* (1995) ที่ได้ทำการปลูกผักขม 18 พันธุ์โดยปลูกในระบบ DFT และ NFT ภายใต้สภาพโรงเรือน พบว่า ฤดูร้อนพืชที่ปลูกในระบบ NFT ให้ผลผลิตสูงกว่าระบบ DFT แต่จะให้ผลขัดแย้งกับ Lee *et al.* (1994) ซึ่งพบว่า การปลูกมะเขือเทศพันธุ์ Seo Gwang ในระบบ DFT และ NFT ร่วมกับการลดค่า EC ลงครึ่งหนึ่งของสูตรสารละลายธาตุอาหาร ส่วนการใช้ปุ๋ยทางดินมาปลูกกวาดงตั้งสองเต้ให้ผลดีในระดับหนึ่ง กล่าวคือ การเจริญเติบโตของกวาดงตั้งสองเต้ที่ปลูกในปุ๋ยละลายช้าทั้ง 2 สูตรในระบบ NFT ให้ผลใกล้เคียงกับสารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน ปัญหาที่พบจะปุ๋ย 2 สูตรนี้คือ พืชจะแสดงอาการขาดธาตุ (ภาพที่ 20) และปุ๋ยที่ให้ผลผลิตรองลงมาคือปุ๋ยสูตร 15-15-15 แต่ปัญหาที่พบคือ สูตรสารละลายธาตุอาหารจากปุ๋ยสูตรนี้ จะมีค่า pH ต่ำมากเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 4 ทำให้การปรับค่า pH เป็นไปได้ยาก อาจส่งผลกับผักที่มีอายุเก็บเกี่ยวมากกว่า 4 สัปดาห์ เช่น คะน้า แต่อาจจะไม่ส่งผลกับพืชอายุเก็บเกี่ยวสั้นอย่างกวาดงตั้ง ซึ่งเคยประสบความสำเร็จมาแล้วโดยพรประพา (2544) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยทางดินสูตร 13-13-21 เพื่อปลูกผักกวาดงตั้งให้ผลเป็นที่น่าพอใจ แต่สำหรับผลผลิตที่ได้จากปุ๋ยอินทรีย์สูตรนี้ให้ผลไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากอาจมีปุ๋ยไปเกาะที่รากที่ให้พืชไม่สามารถดูดสารละลายไปใช้ได้ พืชจึงไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร แม้จะมีการล้างรากแล้วก็ตาม และตลอดการทดลองใช้น้ำประปา ในการเตรียมสารละลายธาตุอาหาร ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

## สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาบทบาทของการใช้ปุ๋ยทางดินชนิดต่างๆ ร่วมกับปุ๋ยจุลธาตุสำเร็จรูปแทนสารละลายธาตุอาหารพืช ที่มีต่อการเจริญเติบโตของกวางตุ้งฮ่องเต้ ร่วมกับการทดลองศักยภาพของระบบ DFT และ NFT โดยมุ่งเน้นการนำปุ๋ยทางดิน (Soil Fertilizer) เพื่อมาทดแทนสารละลายมาตรฐาน (Soiless fertilizer) ซึ่งปุ๋ยทางดินที่สามารถนำมาปลูกกวางตุ้งฮ่องเต้ได้ดีที่สุดคือ ปุ๋ยละลายช้าสูตร 24-8-16 รองลงมาคือ ปุ๋ยละลายช้าสูตร 17-17-17 และ 15-15-15 ตามลำดับ พบว่าน้ำหนักรวมของกวางตุ้งที่ปลูกในปุ๋ยละลายช้าสูตร 24-8-16 จะใกล้เคียงกับสารละลายมาตรฐาน ส่วนในด้านระบบปลูกพืช ผลผลิตของกวางตุ้งในระบบ NFT จะให้ผลผลิตดีกว่าปลูกในระบบ DFT

จากการตรวจสอบหาปริมาณของเชื้อราที่ปนเปื้อนในระบบทดลองไม่พบเชื้อรา *Phytophthora* spp. และ *Pythium* spp. แต่พบเชื้อ *Trichoderma* spp. , *Aspergillus* spp. , และ *Penicillium* spp. ซึ่งเชื้อเหล่านี้ไม่ทำให้เกิดโรคแต่อย่างใด

## เอกสารอ้างอิง

- ณพพร ดำรงศิริ. 2530. พฤกษอนุกรมวิธาน. พิมพ์ครั้งที่ 2. ฝ่ายตำราและการศึกษามหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพมหานคร. 796 หน้า.
- ดิเรก ทองอร่าม. 2546. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน : หลักการจัดการการผลิตและเทคโนโลยีการผลิตเชิงธุรกิจในประเทศไทย ซีเอ็ดดูเคอร์ จำกัด. กรุงเทพฯ.
- ถนิมนันต์ เจนอักษร และ ศุภชัย รตโนภาส. 2538. อิทธิพลของความเข้มข้นสารละลายต่อการเจริญเติบโตของสวะระแหงในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดิน. หน้า 103 – 123. ใน : รายงานการประชุมวิชาการแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 14. สำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สมาคมวิทยาศาสตร์การเกษตรแห่งประเทศไทย และกรมส่งเสริมการเกษตร.
- ถนิมนันต์ เจนอักษร. 2544. เอกสารประกอบ การฝึกอบรมเทคโนโลยีการปลูกพืชไม่ใช้ดิน (Hydroponic). ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ.
- ถนิมนันต์ เจนอักษร. 2538. เทคโนโลยีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. วารสารวิจัยพัฒนาการเกษตร. 2(2) : หน้า 61 – 63.
- ธวัช ละเอียดระย, นภาพรณ พรมชนะ, อภิลิทธิ อิศรียากุล และอัญชนะนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ. 2529. คู่มือการปลูกผักสวนครัวเพื่อเศรษฐกิจและโภชนาการ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- นภดล เรียบเลิศศิริ. 2538. การปลูกพืชไร้ดิน (SOILLESS CULTURE). ภาควิชาพฤกษศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรประพา คงตระกูล. 2544. การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยทางดินสูตร 13-13-21 เพื่อปลูกผักบางชนิดในระบบ Deep Flow Technique (DFT) แบบเป่าและไม่เป่าอากาศ. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ.
- พรมมาศ คุณากาญจน์, ศุภชัย รตโนภาส และถนิมนันต์ เจนอักษร. 2539. การแพร่กระจายของเชื้อราบางชนิดในสารละลายหมุนเวียนของระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้าฯ. 10(3) : 30-37
- เมืองทอง ทวนทวี และสุรรัตน์ ปัญญาโตน. 2525. สวนผัก. กรุงเทพฯ. 323 หน้า.
- ระพีพรรณ ใจภักดี. 2544. ผักใบ. สำนักพิมพ์แสงแดดเพื่อนเด็ก, กรุงเทพฯ. 72 หน้า. 118 หน้า.
- สมภพ ลีตะวสันต์. 2530. หลักการผลิตผัก. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร. 273 หน้า.
- ศศิธร วุฒินิพนธ์. 2545. โรคของผักและการควบคุมโรค. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 173 หน้า.
- ศักดิ์ สุทธิสิงห์. 2535. โรคของผักและการป้องกันกำจัด. เคยู เซ็นเตอร์, กรุงเทพมหานคร. 198 หน้า
- อารีย์ เสนอนันท์สกุล. 2540. การคัดเลือกเทคนิคที่เหมาะสมในการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโปนิกส์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- อุดม โกศลยง. 2529. การปลูกผักกินใบ. อักษรบัณฑิต, กรุงเทพมหานคร. 32 หน้า.
- Benoit, F. and N.Ceustermans. 1991. Achievement of Belgian research into environmentally Friendly methods of soilless culture. Rrvue de l'Agriculture. 44(6) : 1179-1188.
- Heywood, V.H. and S.R. Chant. 1982. Popular of encyclopedia of plants. The Syndicate of the University of Cambridge, New York. 368 p.
- Ikeda, H., Wada T., Mirin T., Okabe K., Takuke A., and Frugkawa H. 1995. Year round production of spinach by NFT and DFT in greenhouse. Acta Hort. 396 : 257 – 264.
- Jeong, B.R. and Hwang, S.J. 2001. Use of recycled hydroponic rockwool slabs for Hydroponic Production of cut rose. Acta horticulturae. 554 : 89-94
- Lee B.S., Seo B.S. and S.J. Chung. 1994a Shadind effect on growth and essential oil content of hydroponically grown sweet basil (*Ocimum bacillicum* L.). Journal of the Korean Society for Horticulural Science. 35(2) : 95 -102.
- Lincoln C.P. 1987. Vegetables Characteristics, Production and Marketing. Newyork. 433p.
- Mac Donald, J.D., M.S Ali-Shtayeh, J.Kabashima and J. Stites. 1994. Occurrence of *Phytophthora* species in recircultateed nursery irrigation effluents. Plant Disease 78(6) : 607 – 611
- Menezes, N.L.de, Santos, O.S. dos and Schmidt, D. 2001. Lettuce seeds production in Hydroponic system. Ciencia rural. 31(4) : 705-706
- Miguel Urrestarazu, Gabino Alberto Martinez, Maria del Carmen Salas. 2004. Almond shell waste : possible local rockwool substitute in soilless crop culture. Departamento

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

## 1. สารละลายธาตุอาหาร Soiless Fertilizer

สารละลายธาตุอาหารความเข้มข้น 100 เท่า ปริมาณ 10 ลิตรประกอบด้วย

## Stock A

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	1,340	กรัม
$\text{KNO}_3$	592	กรัม
Fe-chelate	100	กรัม

## Stock B

$\text{KNO}_3$	592	กรัม
$\text{MgSO}_4$	320	กรัม
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	354	กรัม
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	3.4	กรัม
$\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.38	กรัม
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	2.30	กรัม
$\text{H}_3\text{BO}_3$	5.70	กรัม
$\text{Na}_2\text{MoO}_4$	0.24	กรัม

## 2. สารละลายธาตุอาหารจากปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15

สารละลายธาตุอาหารจากปุ๋ยทางดินสูตร 15- 15- 15 ความเข้มข้น 1000 ลิตร

ประกอบด้วย

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	654.76	กรัม
$\text{MgSO}_4$	118.9	กรัม
$\text{K}_2\text{SO}_4$	373.58	กรัม

## 3. สารละลายธาตุอาหารจากปุ๋ยละลายช้าสูตร 17-17-17

สารละลายธาตุอาหารจากปุ๋ยละลายช้าสูตร 17-17-17ความเข้มข้น 1000 ลิตร

ประกอบด้วย

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	1168.57	กรัม
$\text{MgSO}_4$	502.57	กรัม
$\text{K}_2\text{SO}_4$	970	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. สารละลายธาตุอาหารจากปุ๋ยละลายช้าสูตร 24-8-16

สารละลายธาตุอาหารจากปุ๋ยละลายช้าสูตร 24- 8 16 ความเข้มข้น 1000 ลิตร  
ประกอบด้วย

Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1,350	กรัม
MgSO <sub>4</sub>	193.43	กรัม
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	754.57	กรัม

#### 5. สารละลายจากปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

สารละลายปุ๋ยอินทรีย์น้ำประกอบด้วย

N	0.3 %	(w/v)
P	0.02 %	(w/v)
K	0.75%	(w/v)
Mg	0.10%	(w/v)
Ca	0.60%	(w/v)
Fe	400	ส่วนต่อล้าน(ppm)
Cu	0.65	ส่วนต่อล้าน(ppm)
Mn	20	ส่วนต่อล้าน(ppm)
Zn	20	ส่วนต่อล้าน(ppm)

#### 6. สารละลายธาตุอาหารรอง (Unilate)

สารละลายธาตุอาหารรองประกอบด้วย

Mg	2.4	%
Mn	1.5	%
Fe	1.5	%
Cu	0.5	%
Zn	0.5	%
Co	0.03	%
B	0.3	%
Mo	0.003	%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงความสูงของกวางดั่งย่องเต้ ที่ปลูกในโดยใช้ปุ๋ยทางดินต่างๆ ที่ปลูก ในระบบ DFT และ NFT (ลำดับที่ที่ 2)

สูตรปุ๋ย	ระบบปลูก	ความสูง (ซม.)												เฉลี่ย
		ต้นที่												
(ปัจจัย A)	(ปัจจัย B)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
standard	DFT	3.9	4.2	3.7	3.6	4.4	3.2	3.6	3.9	3.7	3.1	2.9	3.4	3.63
	NFT	3.2	3.3	2.5	3.2	3.1	3.5	3.4	3.3	3.9	3.9	4.1	3.8	3.43
15-15-15	DFT	3.6	3.8	4.3	3.4	2.8	3.6	2.9	4.2	4.1	3.2	3.5	3.8	3.60
	NFT	3.4	3.2	3.6	4.0	3.6	3.7	3.5	3.1	3.4	3.2	3.6	3.9	3.52
17-17-17	DFT	3.8	3.9	2.8	4.2	4.3	3.5	3.4	3.2	3.1	3.4	3.3	3.2	3.51
	NFT	2.7	2.9	3.2	3.6	3.4	3.0	4.1	3.5	3.1	4.4	3.2	3.6	3.39
24-8-16	DFT	3.4	3.5	3.1	3.2	3.3	3.2	4.0	3.1	3.2	3.6	3.9	3.5	3.42
	NFT	3.3	3.1	3.7	3.5	3.6	4.0	3.4	3.6	3.2	3.6	4.1	3.8	3.58
Organic	DFT	2.1	2.3	2.6	2.5	2.2	2.2	2.3	2.4	2.2	2.4	2.6	2.5	2.36
	NFT	1.9	1.8	1.6	1.8	1.4	1.5	1.6	1.7	1.4	2.0	2.3	1.1	1.68

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 1

SOV	DF	SS	MS	F-Value
Treatment	9	46.26	5.14	35.47
สูตรปุ๋ย (A)	4	42.94	10.74	74.09**
ระบบปลูก (B)	1	1.03	1.03	7.09
AxB	4	2.29	2.29	7.09**
Error	110	15.94	0.14	3.95
Total	119	62.2		

C.V. = 11.86%

ns = non significant 95% Level

\* = significant at 95% Level

\*\* = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงความสูงของทรงสูงของต้นไม้ที่ปลูกในโดยใช้ปุ๋ยทางดินต่างๆ ที่ปลูก ในระบบ DFT และ NFT (สัปดาห์ที่ 3)

สูตรปุ๋ย	ระบบปลูก	ความสูง (ซม.)												
		ต้นที่												
(ปัจจัย A)	(ปัจจัย B)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
standard	DFT	13.5	14.2	13.3	13.7	12.1	13.2	11.2	11.9	13.4	15.9	15.4	14.7	13.54
	NFT	14.4	11.2	13.1	16.1	15.6	13.2	14.0	15.2	15.8	15.5	12.3	12.5	14.08
15-15-15	DFT	12.2	13.7	11.1	12.5	14.3	14.8	15.3	14.4	12.8	13.9	12.4	13.1	13.38
	NFT	14.2	13.3	13.4	12.9	13.6	14.7	13.8	11.9	12.6	13.7	14.4	15.9	13.70
17-17-17	DFT	14.7	12.9	11.8	13.2	16.1	12.4	12.7	14.5	13.4	13.5	13.1	12.9	13.43
	NFT	12.3	12.9	13.5	12.7	11.9	14.0	15.6	12.6	13.2	12.9	13.6	14.8	13.33
24-8-16	DFT	12.8	11.4	10.7	12.4	12.2	12.9	15.2	11.8	13.5	12.6	14.4	12.0	12.66
	NFT	12.5	13.2	11.7	12.8	13.0	14.8	12.6	12.4	9.9	9.6	15.3	12.9	12.56
Organic	DFT	7.4	4.4	5.3	5.2	6.1	5.2	4.5	6.2	4.8	4.3	3.9	5.8	5.26
	NFT	5.7	6.9	5.6	7.2	6.3	5.1	4.7	4.6	4.9	3.9	5.8	4.0	5.39

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 3

SOV	DF	SS	MS	F-Value
Treatment	9	1253.34	139.26	87.24
สูตรปุ๋ย (A)	4	1250.77	312.69	195.90**
ระบบปลูก (B)	1	0.75	0.75	0.47ns
AxB	4	1.82	1.81	0.28ns
Error	110	175.58	1.57	
Total	119	1428.92		

C.V. = 10.77%

ns = non significant 95% Level

\* = significant at 95% Level

\*\* = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงความสูงของกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่ปลูกในโดยใช้ปุ๋ยทางดินต่างๆ ที่ปลูก ในระบบ DFT และ NFT (ลำดับครั้งที่ 4)

สูตรปุ๋ย	ระบบปลูก	ความสูง (ซม.)												เฉลี่ย
		ต้นที่												
(ปัจจัย A)	(ปัจจัย B)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
standard	DFT	18.9	19.5	20.1	21.2	18.3	19.6	21.5	22.3	19.7	19.3	23.4	20.3	20.34
	NFT	19.6	20.7	21.3	20.9	21.0	20.1	23.9	22.3	21.7	23.2	22.4	19.5	21.38
15-15-15	DFT	18.6	17.3	19.3	14.9	19.3	19.6	20.1	17.2	16.3	16.6	17.8	17.9	17.91
	NFT	19.4	18.6	19.5	20.2	18.2	20.9	19.7	18.5	18.1	16.9	17.2	18.3	18.79
17-17-17	DFT	18.5	16.5	16.4	16.9	20.3	17.4	17.3	18.4	18.2	17.4	17.6	17.1	17.67
	NFT	18.3	17.4	17.2	17.9	17.1	18.5	18.4	17.6	19.3	18.2	17.3	20.1	18.11
24-8-16	DFT	17.3	16.9	16.5	17.2	17.9	18.7	18.3	16.1	18.6	17.3	17.9	16.8	17.46
	NFT	17.1	18.6	17.4	17.6	19.1	19.5	18.1	18.2	17.5	17.5	19.8	17.3	18.14
Organic	DFT	13.2	7.8	8.3	9.4	10.3	7.5	7.9	9.8	9.2	7.5	6.6	11.5	9.08
	NFT	10.1	9.3	8.9	12.6	9.6	9.1	8.4	11.3	10.6	5.3	11.0	7.1	9.44

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 5

SOV	DF	SS	MS	F-Value
Treatment	9	1885.48	209.49	111.48
สูตรปุ๋ย (A)	4	1869.54	467.38	248.70**
ระบบปลูก (B)	1	13.94	13.94	7.42**
AxB	4	1.99	0.50	0.27**
Error	110	206.72	1.88	
Total	119	2092.22		

C.V. = 8.14%

ns = non significant 95% Level

\* = significant at 95% Level

\*\* = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงจำนวนใบจริงของกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่ปลูกในโดยใช้ปุ๋ยทางดินต่างๆ ที่ปลูก ในระบบ DFT และ NFT (ลำดับที่ที่ 2)

สูตรปุ๋ย	ระบบปลูก	จำนวนใบจริง(ใบ)												เฉลี่ย
		ต้นที่												
(ปัจจัย A)	(ปัจจัย B)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
standard	DFT	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	3.58
	NFT	3	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	4	3.92
15-15-15	DFT	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3	4	3.67
	NFT	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3.83
17-17-17	DFT	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3.50
	NFT	4	4	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3.42
24-8-16	DFT	3	4	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3.58
	NFT	3	3	4	5	3	4	3	4	3	4	4	3	3.58
Organic	DFT	4	3	4	3	3	3	2	3	4	3	3	4	3.25
	NFT	3	4	3	3	4	3	3	4	2	3	4	4	3.33

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 7

SOV	DF	SS	MS	F-Value
Treatment	9	4.63	0.51	1.72
สูตรปุ๋ย (A)	4	3.72	0.93	3.11*
ระบบปลูก (B)	1	0.30	0.30	1.01ns
AxB	4	0.62	0.16	0.52ns
Error	110	32.83	0.30	
Total	119	37.47		

C.V. = 15.32%

ns = non significant 95% Level

\* = significant at 95% Level

\*\* = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 9 แสดงจำนวนใบจริงของกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่ปลูกในโดยใช้ปุ๋ยทางดินต่างๆ ที่ปลูก ในระบบ DFT และ NFT (สัปดาห์ที่ 3)

สูตรปุ๋ย	ระบบปลูก	จำนวนใบจริง(ใบ)												เฉลี่ย	
		ดันที่													
(ปัจจัย A)	(ปัจจัย B)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
standard	DFT	6	5	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6.83
	NFT	7	8	8	8	7	6	8	8	8	8	8	7	7	7.50
15-15-15	DFT	6	6	6	5	6	6	7	6	5	6	7	7	7	6.08
	NFT	7	8	8	7	7	8	8	7	6	7	7	8	8	7.33
17-17-17	DFT	7	6	6	6	7	7	6	6	7	5	7	6	6.33	
	NFT	7	8	7	7	7	8	7	6	6	7	8	8	7.17	
24-8-16	DFT	6	7	6	6	7	6	5	7	6	5	6	6	6.08	
	NFT	7	7	8	8	6	7	6	7	6	7	7	7	6.92	
Organic	DFT	5	6	5	5	4	4	5	5	6	5	5	4	4.92	
	NFT	5	5	5	6	6	5	5	6	5	5	5	5	5.25	

ตารางภาคผนวกที่ 10 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 9

SOV	DF	SS	MS	F-Value
Treatment	9	82.01	9.11	21.06
สูตรปุ๋ย (A)	4	60.97	15.24	35.23**
ระบบปลูก (B)	1	18.41	18.41	42.56**
AxB	4	2.63	0.66	1.52ns
Error	110	47.58	0.43	
Total	119	129.59		

C.V. = 10.21%

ns = non significant 95% Level

\* = significant at 95% Level

\*\* = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 11 แสดงจำนวนใบจริงของกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่ปลูกในโดยใช้ปุ๋ยทางดินต่างๆ ที่ปลูก ในระบบ DFT และ NFT (สัปดาห์ที่ 4)

สูตรปุ๋ย	ระบบปลูก	วนใบจริง (ใบ)												เฉลี่ย
		คันที่												
(ปัจจัย A)	(ปัจจัย B)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
standard	DFT	10	9	10	10	9	10	11	11	12	10	10	11	10.25
	NFT	12	12	13	12	12	11	12	12	12	10	12	12	11.83
15-15-15	DFT	9	10	10	10	9	10	9	9	11	10	10	10	9.75
	NFT	10	11	11	12	10	11	10	11	11	11	12	11	10.92
17-17-17	DFT	10	11	9	10	9	11	10	8	10	10	10	8	9.67
	NFT	10	11	10	11	10	11	9	10	10	9	11	12	10.33
24-8-16	DFT	10	9	10	11	10	10	9	10	9	8	10	9	9.58
	NFT	10	10	12	11	9	10	9	10	12	10	10	10	10.25
Organic	DFT	7	8	7	7	7	8	8	9	10	8	8	7	7.83
	NFT	8	7	8	8	9	10	9	11	10	10	9	7	8.83

ตารางภาคผนวกที่ 12 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 11

SOV	DF	SS	MS	F-Value
Treatment	9	129.41	14.38	18.2
สูตรปุ๋ย (A)	4	94.87	27.32	30.02**
ระบบปลูก (B)	1	31.01	31.01	39.24**
AxB	4	3.53	0.88	1.12ns
Error	110	86.92	0.79	
Total	119	216.33		

C.V. = 8.96%

ns = non significant 95% Level

\* = significant at 95% Level

\*\* = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 แสดงความกว้างใบของกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่ปลูกในโดยใช้ปุ๋ยทางดินต่างๆ ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT (ลำดับที่ที่ 2)

สูตรปุ๋ย	ระบบปลูก	ความกว้างใบ (ซม.)												เฉลี่ย
		ต้นที่												
(ปัจจัย A)	(ปัจจัย B)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
standard	DFT	3.3	2.3	2.5	2.5	2.6	2.0	2.4	3.0	2.2	2.0	2.4	2.3	2.46
	NFT	2.4	2.5	2.9	3.1	2.3	2.6	2.9	3.3	2.2	2.5	2.3	2.6	2.63
15-15-15	DFT	2.9	2.1	3.2	2.5	2.4	2.4	2.3	2.8	2.2	2.7	2.6	2.9	2.59
	NFT	2.6	2.2	2.9	3.2	2.7	2.5	2.2	2.4	2.5	2.6	2.8	2.6	2.60
17-17-17	DFT	2.5	2.7	2.3	2.8	2.5	2.3	2.1	2.2	2.0	2.4	2.7	2.2	2.39
	NFT	2.9	2.7	2.5	2.4	2.6	2.2	2.6	2.8	2.6	2.5	3.0	2.3	2.59
24-8-16	DFT	2.5	1.9	2.2	1.7	2.5	2.2	2.8	2.2	2.1	2.5	2.9	1.9	2.28
	NFT	2.1	2.4	2.2	2.8	2.5	2.9	1.8	2.6	1.7	2.4	3.1	3.0	2.46
Organic	DFT	1.5	1.2	1.6	1.3	1.1	1.2	1.0	0.8	1.0	1.2	1.4	2.1	1.28
	NFT	1.5	1.9	1.8	2.1	1.9	2.2	3.1	2.2	2.1	2.5	2.1	2.0	2.12

ตารางภาคผนวกที่ 14 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 13

SOV	DF	SS	MS	F-Value
Treatment	9	17.72	1.97	16.70
สูตรปุ๋ย (A)	4	12.94	3.23	27.44**
ระบบปลูก (B)	1	2.35	2.35	19.95**
AxB	4	2.42	0.60	5.14
Error	110	12.97	0.12	
Total	119	30.69		

C.V. = 14.67%

ns = non significant 95% Level

\* = significant at 95% Level

\*\* = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 15 แสดงความกว้างใบของกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่ปลูกในโดยใช้ปุ๋ยทางดินต่างๆ ที่ปลูก ในระบบ DFT และ NFT (ลำดับที่ที่ 3)

สูตรปุ๋ย	ระบบปลูก	ความกว้างใบ (ซม.)												
		คันที่												
(ปัจจัย A)	(ปัจจัย B)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
standard	DFT	7.6	9.1	8.5	9.3	8.8	8.5	9.2	9.7	8.8	10.1	8.3	7.3	8.77
	NFT	7.8	5.9	8.8	8.5	9.2	10.6	9.9	9.6	7.3	8.6	8.8	9.5	8.71
15-15-15	DFT	6.6	5.5	7.2	6.7	7.6	8.5	10.1	9.2	8.8	8.4	9.6	8.5	8.06
	NFT	7.9	8.5	7.1	6.0	6.5	7.5	7.6	8.2	6.4	10.4	6.6	8.3	7.58
17-17-17	DFT	8.5	7.3	6.2	7.8	8.1	8.4	7.9	8.8	8.5	7.2	7.5	7.7	7.83
	NFT	7.6	7.2	8.3	7.4	6.5	7.8	7.9	8.4	9.1	8.7	7.1	7.3	7.78
24-8-16	DFT	7.4	7.6	6.1	7.2	7.6	7.8	11.3	9.3	7.4	7.5	8.0	8.6	7.98
	NFT	8.4	8.1	7.3	7.6	10.3	8.2	7.6	8.1	6.9	7.3	9.8	8.8	8.20
Organic	DFT	4.2	3.5	4.2	5.5	3.3	5.6	3.1	2.9	1.1	3.2	4.7	5.7	3.92
	NFT	2.9	5.8	2.9	5.9	5.5	6.6	6.9	6.6	8.4	4.8	5.6	5.1	5.58

ตารางภาคผนวกที่ 16 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 15

SOV	DF	SS	MS	F-Value
Treatment	9	249.19	27.69	20.33
สูตรปุ๋ย (A)	4	230.85	57.71	42.37**
ระบบปลูก (B)	1	2.03	2.03	1.49ns
AxB	4	16.31	4.08	2.99
Error	110	149.84	1.36	
Total	119			

C.V. = 15.69%

ns = non significant 95% Level

\* = significant at 95% Level

\*\* = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 17 แสดงความกว้างใบของกวางตั้งสองเต้ ที่ปลูกในโดยใช้ปุ๋ยทางดินต่างๆ ที่ปลูก ในระบบ DFT และ NFT (สัปดาห์ที่ 4)

สูตรปุ๋ย	ระบบปลูก	ความกว้างใบ (ซม.)												
		ต้นที่												
(ปัจจัย A)	(ปัจจัย B)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
standard	DFT	11.8	10.5	12.1	13.2	12.5	12.4	13.2	12.1	10.8	12.7	13.0	11.6	12.16
	NFT	11.9	12.2	11.3	11.5	12.5	12.7	13.5	11.7	14.1	13.0	12.7	11.1	12.35
15-15-15	DFT	11.3	11.6	12.4	12.3	12.6	13.3	12.1	10.9	11.5	12.7	12.3	13.6	12.22
	NFT	13.2	11.3	11.7	12.8	11.4	13.6	12.1	13.1	12.5	11.3	13.2	12.6	12.40
17-17-17	DFT	12.5	11.7	12.3	12.2	11.4	11.9	11.6	12.4	10.2	10.7	11.8	11.3	11.67
	NFT	12.9	11.9	12.2	10.5	11.3	12.5	12.8	12.1	13.6	12.7	11.5	13.2	12.27
24-8-16	DFT	11.8	12.5	12.1	11.1	11.9	12.0	11.4	12.7	12.8	11.6	11.5	12.5	11.99
	NFT	11.6	10.9	12.6	11.7	13.8	12.0	12.5	11.8	13.1	13.6	12.4	12.3	12.36
Organic	DFT	3.2	5.4	6.3	7.1	6.0	7.2	5.5	4.3	3.7	5.8	5.2	8.5	5.68
	NFT	4.5	6.8	5	7.3	7.1	7.4	8.0	9.5	8.8	6.1	7.6	6.3	7.03

ตารางภาคผนวกที่ 18 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 17

SOV	DF	SS	MS	F-Value
Treatment	9	665.78	73.98	77.89
สูตรปุ๋ย (A)	4	651.46	162.86	171.48**
ระบบปลูก (B)	1	8.69	8.69	9.15**
AxB	4	5.63	1.40	1.48ns
Error	110	104.47	0.95	
Total	119			

C.V. = 8.85%

ns = non significant 95% Level

\* = significant at 95% Level

\*\* = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 19 แสดงความยาวใบของกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่ปลูกในโดยใช้ปุ๋ยทางดินต่างๆ ที่ปลูก ในระบบ DFT และ NFT (สัปดาห์ที่ 2)

สูตรปุ๋ย	ระบบปลูก	ความยาวใบ (ซม.)												เฉลี่ย
		ต้นที่												
(ปัจจัย A)	(ปัจจัย B)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
standard	DFT	4.3	3.8	3.1	3.6	4.2	3.5	5.0	3.5	3.5	3.5	3.6	3.4	3.75
	NFT	3.6	2.3	4.2	4.9	3.9	4.2	4.4	4.5	3.6	4.3	4.2	4.2	4.03
15-15-15	DFT	3.7	3.5	4.3	3.9	3.4	3.0	3.1	3.6	3.3	3.8	3.5	3.6	3.56
	NFT	3.5	3.5	4.4	4.2	3.6	3.7	3.4	3.1	3.4	3.7	4.3	4.2	3.75
17-17-17	DFT	4.5	4.0	4.1	3.5	3.0	3.4	3.5	4.0	3.2	3.3	3.6	4.2	3.69
	NFT	4.6	3.7	3.9	3.5	3.4	3.5	3.8	4.1	3.8	3.6	4.2	3.7	3.82
24-8-16	DFT	3.0	2.8	3.4	3.1	3.6	2.6	3.7	2.6	3.2	4.0	4.2	3.2	3.28
	NFT	3.6	3.2	3.4	3.5	3.3	3.8	2.9	3.3	3.5	3.4	4.3	4.4	3.55
Organic	DFT	2.5	2.6	2.8	2.3	1.7	1.9	1.5	1.5	2.9	2.3	1.6	2.4	2.17
	NFT	2.4	2.6	2.5	3.2	3.3	3.6	4.3	3.2	3.0	3.3	3.6	2.9	3.16

ตารางภาคผนวกที่ 20 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 19

SOV	DF	SS	MS	F-Value
Treatment	9	29.75	3.31	14.26
สูตรปุ๋ย (A)	4	22.65	5.66	24.43**
ระบบปลูก (B)	1	4.11	4.11	17.72**
AxB	4	2.99	0.75	3.22*
Error	110	25.50	0.23	
Total	119	55.25		

C.V. = 13.86%

ns = non significant 95% Level

\* = significant at 95% Level

\*\* = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 21 แสดงความยาวใบของกวางตั้งฮ่องเต้ ที่ปลูกในโดยใช้ปุ๋ยทางดินต่างๆ ที่ปลูก ในระบบ DFT และ NFT (ลำดับที่ 3)

สูตรปุ๋ย	ระบบปลูก	ความยาวใบ (ซม.)												
		ต้นที่												
(ปัจจัย A)	(ปัจจัย B)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
standard	DFT	11.4	11.5	10.3	13.2	11.6	9.9	1.3	11.0	12.3	11.4	11.8	10.5	10.52
	NFT	12.3	9.0	12.3	12.5	12.7	13.1	13.6	12.4	10.8	11.3	11.8	11.4	11.93
15-15-15	DFT	8.4	7.1	9.5	8.9	8.5	10.8	12.4	11.9	10.3	10.6	10.7	11.2	10.03
	NFT	12.3	11.4	9.8	8.5	8.8	11.5	12.2	10.5	11.1	12.8	7.6	9.9	10.53
17-17-17	DFT	11.2	9.4	8.9	8.3	10.9	11.4	10.5	10.4	10.6	10.2	10.4	9.5	10.14
	NFT	11.4	9.5	10.2	10.7	10.8	11.2	11.5	10.3	12.1	10.4	9.7	9.3	10.59
24-8-16	DFT	11.2	10.1	9.3	10.8	10.9	11.0	12.1	11.4	9.5	10.6	10.7	10.3	10.66
	NFT	10.2	10.9	9.8	9.4	12.7	10.4	10.0	11.5	10.6	9.3	12.4	10.4	10.63
Organic	DFT	7.7	5.9	7.9	9.2	5.1	6.9	5.2	4.9	2.1	4.6	7.8	8.3	6.30
	NFT	7.6	9.6	6.3	9.0	8.4	8.3	13.1	9.1	11.2	7.5	8.2	8.7	8.92

ตารางภาคผนวกที่ 22 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 21

SOV	DF	SS	MS	F-Value
Treatment	9	244.22	27.14	10.24
สูตรปุ๋ย (A)	4	188.33	47.08	17.77**
ระบบปลูก (B)	1	29.6	29.60	11.17**
AxB	4	29.29	6.57	2.48*
Error	110	291.52	2.65	
Total	119	535.75		

C.V. = 16.24%

ns = non significant 95% Level

\* = significant at 95% Level

\*\* = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 23 แสดงความยาวใบของกวางตั้งสองเต้ ที่ปลูกในโดยใช้ปุ๋ยทางดินต่างๆ ที่ปลูก ในระบบ DFT และ NFT (ลำดับที่ 4)

สูตรปุ๋ย	ระบบปลูก	ความยาวใบ (ซม.)												
		ต้นที่												
(ปัจจัย A)	(ปัจจัย B)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
standard	DFT	16.1	16.7	16.3	14.2	16.2	15.1	17.7	14.9	12.9	15.0	15.9	15.2	15.52
	NFT	16.3	16.0	15.1	14.5	15.9	14.1	15.8	15.7	16.5	16.9	17.0	15.2	15.75
15-15-15	DFT	14.5	14.2	15.2	13.8	13.4	15.9	15.6	13.8	14.7	15.3	14.9	15.4	14.73
	NFT	16.1	13.6	14.8	15.3	13.2	15.3	16.8	15.4	15.6	14.7	15.2	17.4	15.28
17-17-17	DFT	14.7	13.6	14.3	13.1	15.8	15.2	12.6	14.8	14.4	13.2	13.8	14.5	14.17
	NFT	14.7	14.4	15	13.6	13.8	14.2	15.4	14.7	15.3	14.8	13.1	15.6	14.55
24-8-16	DFT	14.3	13.5	14.2	13.7	13.9	15.4	13.8	14.7	14.3	13.2	13.5	14.7	14.10
	NFT	13.2	13.4	15.1	13.2	15.2	14.3	14.7	13.6	14.4	14.4	15.5	13.7	14.23
Organic	DFT	9.4	7.8	9.1	11.3	7.8	7.4	7.6	6.7	4.3	8.0	7.6	10.2	8.10
	NFT	8.9	10.2	8.1	10.9	9.3	9.4	10.3	12.4	11.1	8.9	10.3	11.7	10.13

ตารางภาคผนวกที่ 24 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 23

SOV	DF	SS	MS	F-Value
Treatment	9	678.67	75.41	64.66
สูตรปุ๋ย (A)	4	650.89	162.72	139.53**
ระบบปลูก (B)	1	13.27	13.27	11.38**
AxB	4	14.51	3.63	3.11*
Error	110	128.29	1.17	
Total	119	806.96		

C.V. = 7.90%

ns = non significant 95% Level

\* = significant at 95% Level

\*\* = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 25 แสดงน้ำหนักต้นของกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่ปลูกในโดยใช้ปุ๋ยทางดินต่างๆ ที่ปลูก ในระบบ DFT และ NFT

สูตรปุ๋ย	ระบบปลูก	น้ำหนักต้น (กรัม)												เฉลี่ย
		ต้นที่												
(ปัจจัย A)	(ปัจจัย B)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
standard	DFT	57.6	54.7	52.7	60.9	48.6	77.4	68.8	30.7	24.6	49.3	25.8	24.4	47.96
	NFT	62.3	71.4	64.8	76.9	71.0	67.4	77.3	69.2	72.4	66.5	75.2	63.6	69.83
15-15-15	DFT	35.0	10.7	41.3	14.6	44.3	70.2	23.4	32.6	12.4	12.1	19.8	16.4	27.73
	NFT	37.6	50.3	68.3	24.1	44.6	43.0	37.3	77.0	59.8	23.5	33.6	54.6	46.14
17-17-17	DFT	17.6	12.3	13.6	28.9	28.0	12.5	20.0	32.9	16.3	19.2	19.7	12.2	19.43
	NFT	49.8	69.1	59.9	42.4	54.4	50.3	72.4	52.9	59.7	41.5	45.4	40.1	53.16
24-8-16	DFT	39.7	16.3	26.8	26.2	24.1	23.3	27.8	14.9	21.2	13.6	18.7	32.4	23.75
	NFT	29.4	98.6	57.4	52.5	69.2	65.2	81.7	80.0	77.5	45.6	60.1	71.3	65.71
Organic	DFT	7.1	10.0	17.2	10.9	8.3	8.1	3.0	18.4	12.5	11.6	5.6	3.9	9.72
	NFT	4.5	7.6	3.4	5.1	4.7	4.6	4.3	8.4	3.6	4.2	2.0	3.3	4.64

ตารางภาคผนวกที่ 26 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 25

SOV	DF	SS	MS	F-Value
Treatment	9	56736.43	6304.05	41.45
สูตรปุ๋ย (A)	4	34690.34	8572.58	56.36**
ระบบปลูก (B)	1	14756.35	14756.35	97.02**
AxB	4	7689.74	1922.43	12.64**
Error	110	16730.97	152.10	
Total	119	73467.4		

C.V. = 33.51%

ns = non significant 95% Level

\* = significant at 95% Level

\*\* = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 27 แสดงน้ำหนักรากของกวางตุ้งฮ่องเต้ ที่ปลูกในโดยใช้ปุ๋ยทางดินต่างๆ ที่ปลูก ในระบบ DFT และ NFT

สูตรปุ๋ย	ระบบปลูก	น้ำหนักราก (กรัม)												
		ดินที่												
(ปัจจัย A)	(ปัจจัย B)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
standard	DFT	5.2	6.7	5.6	6.3	7.5	8.8	10.6	7.5	4.7	6.4	4.8	7.4	6.79
	NFT	8.5	7.6	10.4	7.5	8.2	8.7	12.1	10.3	11.3	9.6	8.1	9.3	9.30
15-15-15	DFT	3.3	1.7	5.5	1.6	5.3	7.4	4.1	4.3	2.4	2.7	8.8	1.6	4.06
	NFT	8.8	4.6	7.5	3.8	6.5	6.9	6.2	14.0	7.4	4.1	6.4	8.0	7.02
17-17-17	DFT	6.1	4.2	4.3	5.2	4.6	3.7	3.9	6.5	6.5	3.7	6.3	5.1	5.01
	NFT	10.1	13.2	11.4	9.4	15.2	14.3	13.0	11.8	11.9	8.0	6.9	9.3	11.21
24-8-16	DFT	19.2	6.4	8.8	4.1	8.6	8.5	9.3	3.9	12.7	5.6	8.5	17.7	9.44
	NFT	2.1	16.1	11.3	8.6	14.2	15.8	17.3	8.8	14.0	7.0	8.8	12.5	11.38
Organic	DFT	3.4	2.4	3.7	3.7	3.1	2.9	1.7	4.8	4.9	3.9	3.9	2.1	3.38
	NFT	3.5	9.7	4.5	4.3	3.7	1.9	3.1	5.2	3.2	3.7	2.3	3.1	4.02

ตารางภาคผนวกที่ 28 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 27

SOV	DF	SS	MS	F-Value
Treatment	9	990.65	110.07	14.87
สูตรปุ๋ย (A)	4	644.85	161.21	21.77**
ระบบปลูก (B)	1	243.39	243.39	32.87**
AxB	4	102.41	25.60	3.46*
Error	110	814.40	7.40	
Total	119	1805.05		

C.V. = 38.01%

ns = non significant 95% Level

\* = significant at 95% Level

\*\* = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 29 แสดงน้ำหนักรวมของกวางตั้งสองเต้ ที่ปลูกในโดยใช้ปุ๋ยทางดินต่างๆ ที่ปลูก ในระบบ DFT และ NFT

สูตรปุ๋ย	ระบบปลูก	น้ำหนักรวม (กรัม)												เฉลี่ย
		ต้นที่												
(ปัจจัย A)	(ปัจจัย B)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
standard	DFT	62.8	61.4	58.3	67.2	56.1	86.2	79.4	38.2	29.3	55.7	30.6	31.8	54.75
	NFT	70.8	79.0	75.2	84.4	79.2	76.1	89.4	79.5	83.7	76.1	83.3	72.9	79.10
15-15-15	DFT	38.3	12.4	46.8	16.2	49.6	77.6	27.5	36.9	14.8	14.8	28.6	18.0	31.79
	NFT	46.4	54.9	75.8	27.9	51.1	49.9	43.5	91.0	67.2	27.6	40.0	62.6	53.16
17-17-17	DFT	18.7	16.5	17.9	34.1	32.6	16.2	23.9	39.4	22.8	22.9	26.0	17.3	24.03
	NFT	59.9	82.3	71.3	51.8	69.6	64.6	85.4	64.7	71.6	49.5	52.3	49.4	64.37
24-8-16	DFT	58.9	22.7	35.6	30.3	32.7	31.8	37.1	18.8	33.9	19.2	27.2	50.1	33.19
	NFT	31.5	114.7	68.7	61.1	83.4	81.0	99.0	88.8	91.5	52.6	68.9	83.8	77.08
Organic	DFT	10.5	12.4	20.9	14.6	11.4	11.0	4.7	23.2	17.4	15.5	9.5	6.0	13.09
	NFT	8.0	17.3	7.9	9.4	8.4	6.5	7.4	13.6	6.8	7.9	4.3	6.4	8.66

ตารางภาคผนวกที่ 30 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 29

SOV	DF	SS	MS	F-Value
Treatment	9	69747.16	7749.68	38.89
สูตรปุ๋ย (A)	4	41999.17	10499.79	52.70**
ระบบปลูก (B)	1	18915.36	18915.36	94.93**
AxB	4	8832.62	2208.16	11.08**
Error	110	21917.11	199.25	
Total	119	91664.27		

C.V. = 32.14%

ns = non significant 95% Level

\* = significant at 95% Level

\*\* = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.  
อนุกรมวิธานของเชื้อ (Taxonomy)

*Aspergillus* spp.

ลักษณะโคไคโนบนอาหาร PDA (ภาพที่ 21) มีสีดำเจริญอย่างรวดเร็ว โคไคโนมีโครงสร้างหลวมๆ เจริญอย่างสม่ำเสมอ Conidial head รูปแฉก (radiate) มีสีดำ Phialophore จะยาว ผ่อง หนาสีเข้ม ถึงน้ำตาล vesicle มีรูปร่างกลม มีขนาดเฉลี่ย 23 – 28 ไมครอน มีsterigma 2 ชั้น (Biseriate sterigmata) phialospores เกิดบน phialide มีสีน้ำตาลถึงดำ รูปร่างกลมหรือเกือบกลม ผ่องขรุขระเล็กน้อย เกิดติดกันเป็นลูกโซ่ขนาด 4 – 5 ไมครอนมีการสร้าง Foot cell สามารถจัดหมวดหมู่ได้ดังนี้

Sub-Division Deuteromycotina

Form-Class Hyphomycetes

Form-Family Moniliaceae

Form-Genus *Aspergillus*

Form-species spp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*Trichoderma* spp.

ลักษณะโคโลนีในระยะแรกมีสีขาวต่อมาจะเริ่มมีสีเขียวอ่อนของ phialospores กระจายทั่วอาหารเลี้ยงเชื้อ (ภาพที่ 22) phialospores รวมกลุ่มกันเรียก spore ball อยู่บน phialide ที่แตกกิ่งมาจาก phialophre

สามารถจัดหมวดหมู่ได้ดังนี้

Sub-Division Deuteromycotina

Form-Class Hyphomycetes

Form-Order Hyphales

Form-Family Dematiaceae

Form-Genus *Trichoderma*

Form-species spp.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*Penicillium* spp.

ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA มีเส้นใยสีขาว คล้ายผงฝุ่น (ภาพที่ 23) สร้าง phialospore ที่มีลักษณะใสและกลม ซึ่งแตกกิ่งก้านมาจาก phialospore สามารถจัดหมวดหมู่ได้ดังนี้

Sub-Division Ascomycotina

Form-Class Plectomycetes

Form-Order Eurotiales

Form-Family Eurotiaceae

Form-Genus *Penicillium*

Form-species spp.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้