2916

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ธนบุรี

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยทางดินเพื่อปลูกคะน้าฮ่องกง (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รวมทั้งตรวจสอบเชื้อปนเปื้อน

Study on the possibility of using soil fertilizers for growing Chinese kale (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) in hydroponics including fungal contamination

T099101

โดย

นางสาวศิธา สุวรรณรัตน์

ปท.
ส436ก
2548

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....99101
วัน,เดือน,ปี.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช
ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2548

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ปริญญา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยทางดินเพื่อปลูกคะน้าฮ่องกง

(*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

รวมทั้งตรวจสอบเชื้อปนเปื้อน

Study on the possibility of using soil fertilizers for growing Chinese kale

(*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) in hydroponics including fungal contamination

โดย

นางสาวศิธา สุวรรณรัตน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(ผศ.ดร.ถนิมนันต์ เจนอักษร)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ. ชวาลา บุรณศิริ)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยทางดินเพื่อปลูกคะน้าฮ่องกง (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รวมทั้งตรวจสอบเชื้อปนเปื้อน

โดย : นางสาวศิธา สุวรรณรัตน์

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

สาขาวิชา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

อาจารย์ที่ปรึกษา : ..... 17 พ.ค. 2549

(ผศ.ดร.ถนิมนันต์ เจนอักษร)

การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยทางดินมาใช้เพื่อปลูกคะน้าฮ่องกง (*Brassica oleracae* var. *alboglabra*) ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน มีจุดมุ่งหมายในการลดต้นทุนด้านการผลิตและขจัดปัญหาเรื่องการเตรียมสารละลายธาตุอาหาร ทั้งนี้ก็เพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตที่มีปริมาณและคุณภาพดียิ่งไปกว่านั้นยังได้ทำการตรวจสอบเชื้อปนเปื้อนในสารละลายธาตุอาหารตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบ 5x2 factorial in CRD จำนวน 12 ซ้ำ ปัจจัย A คือ สารละลายธาตุอาหาร 5 ชนิด (สารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐาน, 15-15-15,17-17-17,24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์สูตรน้ำ ปัจจัย B คือระบบที่ใช้ในการปลูกพืช (DFT และ NFT) ซึ่งสารละลายธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยทางดินทุกสูตรได้ผสมธาตุอาหารรองสำเร็จรูป (Unilate) ด้วย จากผลการทดลองพบว่า สูตรสารละลายธาตุอาหารและชนิดของระบบปลูกมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกงอย่างเด่นชัด โดยปุ๋ยทางดินสูตรละลายช้าทั้งสอง (17-17-17 และ 24-8-16) ในระบบ NFT มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้เพื่อปลูกคะน้าฮ่องกง อย่างไรก็ตาม การเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกง (ในสารละลายธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยทางดินสูตรละลายช้า) ยังไม่ดีเทียบเท่าในสารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐาน และการเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกงในระบบ NFT จะให้ผลที่ดีกว่า DFT ส่วนปุ๋ยทางดินชนิดอื่นๆ ให้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจทั้งในระบบ DFT และ NFT สำหรับการตรวจสอบเชื้อปนเปื้อนในสารละลายธาตุอาหารตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลองไม่พบเชื้อ *Pythium* spp. และ *Phytophthora* spp. แต่พบเชื้อ *Aspergillus* spp., *Pennicillium* spp. และ *Trichoderma* spp.

Abstract

Title : Study on the possibility of using soil fertilizers for growing Chinese kale (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) in hydroponics including fungal contamination

By : Miss. Sitha Suwannarat

Degree : Bachelor of Science (Agriculture)

Major : Plant Pest Management Technology

Advisor : ..... 17 / May / 2006

(Asst. Prof. Dr. Tanimnun Jaenaksorn)

Possibility of using soil fertilizers for growing Chinese kale (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) in hydroponics was investigated in order to achieve its high yield and good quality as well as to reduce the growing cost and ease the process of nutrient solution preparation. Moreover, fungal contamination in nutrient solution was weekly monitored throughout the experiment. 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. From the result, it showed that the formulae of nutrient solution and the type of hydroponics had significantly affected the growth of Chinese kale. The possibility of using soil fertilizer for growing Chinese kale was significantly noted on both formulae of slow-release soil fertilizer (17-17-17 and 24-8-16) in NFT. However, their growth (in slow-release soil fertilizer) was not as good as in soilless fertilizer. Overall, growth in NFT was better than that in DFT. For the rest of tested soil fertilizers, they gave unsatisfactory results 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. Furthermore, *Aspergillus* spp., *Trichoderma* spp. and *Pennicillium* spp. were found in all tested nutrient solutions.

คำนิยม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้คงไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความกรุณาจาก ผศ.ดร. ถนิมนันต์ เจนอักษร ท่านอาจารย์ที่ปรึกษาผู้ซึ่งคอยให้คำปรึกษา ชี้แนวทาง สอนให้รู้จักแก้ปัญหา ตลอดจนอบรมสั่งสอนและให้กำลังใจอยู่เสมอ ข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. พรหมมาศ คูหาการณ์ คุณ พิศมัย เรืองบุปผา คุณ จรงศักดิ์ พุ่มนวน รุ่นพี่ปริญญาโท เพื่อนๆ น้องๆ ทุกๆคนที่ให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้าน สอนในสิ่งที่ข้าพเจ้าไม่เคยทราบและอธิบายในสิ่งที่ทราบให้เข้าใจยิ่งขึ้น อีกทั้งคอยให้กำลังใจ ปลอบโยนในยามที่ท้อ

ขอขอบพระคุณ คุณยายบัวแก้ว ป้าๆ และญาติพี่น้องทุกคน ข้าพเจ้ามีวันนี้ได้ก็เพราะได้รับความรัก ความเอาใจใส่ อบรม เลี้ยงดู ตลอดจนสนับสนุนข้าพเจ้าในทุกๆด้าน ขอบคุณที่อยู่เคียงข้างกันตลอดมา

หากในปัญหาพิเศษฉบับนี้ มีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าต้องขออภัยและน้อมรับข้อผิดพลาดไว้แต่เพียงผู้เดียว แต่หากปรากฏส่วนดี ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านดังกล่าวไว้ ณ โอกาสนี้

ศิธา สุวรรณรัตน์

มีนาคม 2549

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....iii
คำนิยม.....iv
สารบัญ.....v
สารบัญตาราง.....vi
สารบัญภาพ.....vii
คำนำ.....1
วัตถุประสงค์.....2
การตรวจเอกสาร.....3
อุปกรณ์และวิธีการ..... 14
ผลการทดลอง..... 29
วิจารณ์ผลการทดลอง.....43
สรุปผลการทดลอง.....44
เอกสารอ้างอิง.....45
ภาคผนวก.....48
- สูตรสารละลายธาตุอาหาร.....49
- สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ.....52
- ลักษณะการเจริญบนอาหาร PDA และอนุกรมวิธานของเชื้อปนเปื้อน ที่ตรวจพบในระบบทดลอง.....54
- ตารางภาคผนวก.....57

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. แสดงการเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกง (ความสูงลำต้น จำนวนใบจริง ความกว้างใบ ความยาวใบ) ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 2 หลังจากลงระบบ).....30
2. แสดงการเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกง (ความสูงลำต้น จำนวนใบจริง ความกว้างใบ ความยาวใบ) ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 3 หลังจากลงระบบ).....31
3. แสดงการเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกง (ความสูงลำต้น จำนวนใบจริง ความกว้างใบ ความยาวใบ) ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 4 หลังจากลงระบบ).....32
4. แสดงการเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกง (ความสูงลำต้น จำนวนใบจริง ความกว้างใบ ความยาวใบ) ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 5 หลังจากลงระบบ).....33
5. แสดงการเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกง (ความสูงลำต้น จำนวนใบจริง ความกว้างใบ ความยาวใบ) ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 6 หลังจากลงระบบ).....34
6. แสดงการเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกง (ความสูงลำต้น จำนวนใบจริง ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนักสดลำต้น น้ำหนักสดราก น้ำหนักลำต้นและราก) ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (เก็บเกี่ยวผลผลิตสัปดาห์ที่ 6 หลังจากลงระบบ).....35
7. แสดงเชื้อราที่ตรวจพบในสารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐาน, 15-15-15, 17-17-17 24-8-16 และ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT และ NFT.....39

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1. แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลทางสภาพแวดล้อม.....15
2. แสดงเครื่องมือที่ใช้วัดความเป็นกรด-ด่าง.....16
3. แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการเป่าอากาศให้แก่สารละลายธาตุอาหารพืช.....17
4. แสดงถ้วยปลูกที่ใช้ในการเพาะเมล็ด.....18
5. แสดงการงอกของคะน้าฮ่องกงหลังเพาะเมล็ด 3 วัน.....23
6. แสดงต้นกล้าในระบบอนุบาลกล้า.....24
7. แสดงต้นกล้าในระบบทดลอง.....25
8. แสดงการปลูกพืชในระบบ DFT.....26
9. แสดงการปลูกพืชในระบบ NFT.....27
10. แสดงการตรวจสอบเชื้อ *Pythium* spp. จากสารละลายธาตุอาหารพืช.....28
11. กราฟแสดงการเปรียบเทียบความสูงลำต้น น้ำหนักสดลำต้น น้ำหนักสดราก น้ำหนักสดลำต้นและรากของคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (เก็บเกี่ยวผลผลิตสัปดาห์ที่ 6 หลังจากลงระบบ).....36
12. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (เก็บเกี่ยวผลผลิตสัปดาห์ที่ 6 หลังจากลงระบบ).....37
13. แสดงอาการขาดธาตุของคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยทางดินสูตรละลายช้าช่วงสัปดาห์แรกหลังจากลงระบบ.....38
14. แสดงเชื้อ *Aspergillus* spp. ที่ตรวจพบในสารละลายธาตุอาหารพืช.....40
15. แสดงเชื้อ *Penicillium* spp. ที่ตรวจพบในสารละลายธาตุอาหารพืช.....41
16. แสดงเชื้อ *Trichoderma* spp. ที่ตรวจพบในสารละลายธาตุอาหารพืช.....42

คำนำ

ปัจจุบันกระแสความนิยมบริโภคผักปลอดสารพิษมีแนวโน้มที่สูงขึ้น ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากผู้บริโภคเริ่มหันมาใส่ใจในเรื่องของสุขภาพ เน้นรับประทานในสิ่งที่ดีมีประโยชน์ต่อร่างกาย มีกลุ่มผู้บริโภคในแนวชีวจิตและมังสวิรัติเพิ่มขึ้น ซึ่งความต้องการดังกล่าวส่งผลต่อเกษตรกรผู้ปลูกพืชผักทั้งหลายที่ต้องเร่งหาหนทางในการเพิ่มผลผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคดังกล่าว แต่ปัญหาหลักที่เกษตรกรส่วนใหญ่ต้องเผชิญมักเป็นเรื่องของการเข้าทำลายของศัตรูพืชต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น แมลงศัตรูต่างๆ เชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคที่ติดมาทางดิน ทางน้ำและทางอากาศ สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งผลให้ผลผลิตที่ได้มีแนวโน้มที่ลดลง เมื่อความต้องการของผู้บริโภคอยู่ในเกณฑ์สูงแต่ผลผลิตที่ได้มีน้อย การแก้ปัญหาของเกษตรกรจึงต้องเลือกใช้วิธีที่รวดเร็วและได้ผลทันท่วงที คำตอบของเกษตรกรส่วนใหญ่จึงไม่พ้นการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ซึ่งเมื่อเวลาผ่านไปวิธีดังกล่าวจะก่อให้เกิดการสะสมของสารเคมีที่เป็นอันตรายทั้งต่อมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อมในระยะยาว ปัญหาดังกล่าวจึงทำให้มีทางเลือกใหม่ๆในการทำการเกษตรปลอดสารพิษ ซึ่งการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถแก้ไขปัญหาเหล่านี้ได้ และนับเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่เข้ามาปฏิวัติระบบการเพาะปลูกเดิมของเกษตรกรในหลายพื้นที่ที่ยังคงยึดถือและปฏิบัติกันมาช้านาน ขณะนี้มีบริษัทเอกชนหลายๆแห่งสนใจนำเทคโนโลยีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมาปรับใช้ในเชิงการค้า ซึ่งพบว่าสามารถคุ้มทุนในระยะเวลาไม่นานนัก ผู้ที่สนใจธุรกิจทางด้านการเกษตรจึงขยายการลงทุนกันมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามแม้ว่าระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจะช่วยส่งเสริมในเรื่องของปริมาณและคุณภาพ ลดปริมาณการใช้สารเคมีต่างๆ แต่ปัญหาเรื่องสารละลายธาตุอาหารที่มีราคาแพงและต้องมีความรู้ความชำนาญในการเตรียม จุดนี้จึงทำให้ผู้สนใจทั่วไปและตัวเกษตรกรเองยังไม่ให้การยอมรับเท่าที่ควร ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงเกิดขึ้นเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยทางดิน ได้แก่ ปุ๋ยสูตร 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์สูตรน้ำ มาแทนสารละลายธาตุอาหารพืชสูตรมาตรฐาน ดังที่ได้มีการรายงานความสำเร็จในการนำปุ๋ยทางดินมาใช้กับพืชผัก ได้แก่ ผักกาดหอม ผักโขม ผักกวางตุ้ง ผักขึ้นฉ่าย และผักชี เป็นต้น โดยสามารถนำมาใช้ทดแทนสารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐานได้ (พรประพา, 2544) โดยเลือกคะน้าฮ่องกงมาใช้ในการทดลอง ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากผักคะน้าเป็นพืชผักอันดับต้นๆที่นิยมปลูกและบริโภคกันมากทั่วทุกภาคของประเทศและมีความสำคัญทางคุณค่าอาหาร เพราะเป็นพืชผักที่มีสีเขียว จึงเป็นพืชผักที่มีวิตามินเอและซีสูง มีอาหารพวกคาร์โบไฮเดรท โปรตีน แร่ธาตุพวกแคลเซียมและฟอสฟอรัสสูง (ไฉน, 2542) แต่ก็ประสบปัญหาโรคและแมลงเข้าทำลายสูงเช่นกัน ดังนั้นจึงควรศึกษาหาวิธีปลูกที่ช่วยเพิ่มปริมาณและคุณภาพให้เพียงพอต่อความต้องการ รวมทั้งช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมี เพื่อเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรในการลดต้นทุนการผลิต ลดค่าใช้จ่ายในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสามารถพัฒนาปรับใช้ให้เหมาะสมต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15 ปุ๋ยทางดินสูตรละลายช้า 17-17-17, 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำบ่ลูกคะน้าฮ่องกงโดยไม่ใช้ดินในระบบ DFT และ NFT
2. เพื่อศึกษาเชื้อปนเปื้อนในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT และ NFT

การตรวจเอกสาร

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Hydroponics)

1.ความหมายและประเภทของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

คำว่า Hydroponics มีรากศัพท์มาจากภาษากรีก 2 คำ คือ คำว่า Hydro ซึ่งหมายถึง Water และคำว่า Ponos ซึ่งหมายถึง Working เมื่อนำทั้งสองคำมารวมกัน จึงมีความหมายถึงการทำงานด้วยน้ำ หรือการทำงานโดยน้ำ (water working) ซึ่งก็ได้แก่การปลูกพืชที่เรียกว่า Water culture, Solution culture หรือ Nutriculture อย่างไรก็ตาม เทคนิคทางด้าน Hydroponics ได้แพร่หลายไปยังที่ต่างๆ มากมาย และได้มีการพัฒนารูปแบบ ตลอดจนดัดแปลงวิธีการปลูกต่างๆให้เหมาะสมกับแต่ละท้องที่ ซึ่งอาจจะมีการใช้วัสดุปลูกที่มีคุณสมบัติเป็น inert medium มาใช้ร่วมด้วย Hydroponics จึงมีความหมายรวมไปถึง การปลูกพืชที่ไม่ใช้ดิน แต่จะใช้น้ำหรือตัวกลางอื่นๆที่เป็น inert medium เช่น กรวด, ทราย, peat, vermiculite, ขี้เลื่อย หรือวัสดุอื่นๆแทนดิน พืชจะได้รับธาตุอาหารต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตในรูปของสารละลาย จากความหมายที่กล่าวมาแล้ว จึงทำให้ระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน มีชื่อเรียกต่างๆ มากมาย ตามวัสดุที่ใช้ปลูก รูปแบบในการปลูก ตลอดจนวิธีการในการให้ธาตุอาหารแก่ต้นพืช ไม่ว่าจะเป็น Aeroponics, Aggregation culture, Deep Flow Technique, Gravel culture, Hydroculture, Hyponica, Hydroponics, Media culture, Nutrient Film Technique, Sand culture, Soilless culture และ Soilless gardening เป็นต้น (Resh, 1981; Douglas,1988; Cooper, 1988)

ข้อดีและข้อเสียของระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินได้รับการพัฒนาในต่างประเทศเพื่อแก้ปัญหาการปลูกพืชในดินที่มีความยุ่งยากและสิ้นเปลืองแรงงานในการปฏิบัติและเสี่ยงต่อการเกิดการระบาดของโรคและแมลง ด้วยเหตุที่ระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เป็นวิธีการปลูกพืชโดยการให้สารละลายธาตุอาหารแก่พืชโดยตรง ดังนั้นธาตุอาหารต่างๆ จะอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที จึงทำให้พืชที่ปลูกในระบบนี้มีข้อได้เปรียบ และศักยภาพทางด้านต่างๆมากกว่าการปลูกพืชในดิน อย่างไรก็ตามการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินโดยทั่วไปก็มีข้อดีและข้อเสียในตัวเองดังต่อไปนี้

ข้อดี

1. สามารถปลูกพืชในบริเวณพื้นที่ที่ดินไม่ดีหรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก
2. ใช้พื้นที่ปลูกน้อยและสามารถผลิตได้อย่างสม่ำเสมอ
3. ผลผลิตที่ได้ต่อหน่วยพื้นที่มีค่าสูง

4. การใช้แรงงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูง เพราะช่วยประหยัดเวลา แรงงาน ค่าใช้จ่ายในการเตรียมดินและกำจัดวัชพืช
5. สามารถปลูกพืชได้อย่างต่อเนื่องตลอดปีในพื้นที่เดียวกัน
6. พืชเจริญเติบโตได้เร็วและให้ผลผลิตที่เร็วกว่าการปลูกพืชแบบธรรมดาอย่างน้อย 2 สัปดาห์
7. ตัดปัญหาเกี่ยวกับศัตรูพืชที่เกิดจากดิน (โดยเฉพาะโรคทางดินและวัชพืช) ทำให้สามารถปลูกพืชในพื้นที่เดียวกันได้ตลอดปี
8. สามารถใช้น้ำและธาตุอาหารพืชอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ใช้น้ำลดลงไม่ต่ำกว่า 10 เท่าของการปลูกพืชแบบธรรมดา
9. สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญของพืชได้อย่างถูกต้องแน่นอนและรวดเร็ว โดยเฉพาะในระดับรากพืชได้แก่ การควบคุม ปริมาณธาตุอาหาร pH อุณหภูมิ ความเข้มข้นของออกซิเจน ฯลฯ ซึ่งการปลูกพืชแบบทั่วไปทำได้ยาก
10. ประหยัดค่าขนส่งเพราะสามารถเลือกผลิตใกล้เขตชุมชนหรือแหล่งรับซื้อ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม ทำให้มีศักยภาพในเชิงการค้าสูง

ข้อเสีย

1. มีต้นทุนการผลิตเริ่มต้นที่ค่อนข้างสูงเนื่องจากต้องใช้อุปกรณ์ต่างๆมากมายและมีราคาแพง แต่อย่างไรก็ตามพบว่ามีศักยภาพในการคืนทุนเร็ว
2. ผู้ปลูกต้องมีความชำนาญและมีประสบการณ์มากพอในการควบคุมดูแลเพราะหากไม่มีความรู้และความสามารถในการจัดการที่ดีพออาจทำให้ปริมาณธาตุอาหารในผลผลิตพืช เช่น ไนเตรทสูงจนเป็นอันตรายต่อการบริโภค
3. ต้องการการควบคุมดูแลความเข้มข้นและความเป็นกรด-ด่างของสารละลายธาตุอาหารอย่างสม่ำเสมอ
4. วัสดุปลูกบางชนิดเน่าเปื่อยหรือสลายตัวยากอาจเกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมได้หากไม่มีการควบคุมดูแลที่ดีพอ

2. ระบบการปลูกพืชแบบ Deep Flow Technique (DFT)

Deep Flow Technique (DFT) เป็นเทคนิควิธีการหนึ่งของการปลูกพืชในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ซึ่งถูกแบ่งย่อยมาจากการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Water culture หรือ Liquid system ถือว่าเป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่เก่าแก่ที่สุดเพราะวิธีการนี้เป็นต้นแบบแรกของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินและยังถือว่าการปลูกพืชโดยเทคนิควิธีการนี้เป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่แท้จริง (True hydroponics) กล่าวคือ ไม่ใช้วัสดุปลูกเลย (Eillis and Swaney, 1938; Douglas, 1978 และ Resh, 1981)

ความหมาย

เป็นรูปแบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่ให้รากพืชเจริญเติบโตแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืชโดยตรง โดยสารละลายธาตุอาหารของพืชถูกบรรจุในภาชนะปลูกที่ทึบแสงและมีระดับความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร ซึ่งรากพืชจะไม่มีสิ่งใดมาสัมผัสเลย จากลักษณะดังกล่าวจำเป็นต้องมีแผ่นโฟมเจาะรูสำหรับปลูกพืชวางบนภาชนะปลูกที่บรรจุสารละลายธาตุอาหาร และใช้ฟองน้ำขนาดเล็ก (วัสดุปลูกในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ค้ำลำต้นเพื่อช่วยในการทรงตัว การปลูกพืชในระบบนี้ ขณะต้นพืชยังมีขนาดเล็กอยู่รากของพืชก็จะมีขนาดสั้นจึงจำเป็นต้องปรับระดับสารละลายธาตุอาหารให้สัมผัสกับรากพืชและให้มีช่องว่างอากาศ (ในบริเวณโคนรากพืชเพื่อให้รากสามารถหายใจเอาออกซิเจนเข้าไป) ที่พอเหมาะและเมื่อต้นพืชเจริญเติบโตขึ้นระบบรากมีขนาดยาวขึ้นขณะเดียวกันระดับของสารละลายได้ลดลงตามไปด้วย ทำให้ช่องว่างอากาศซึ่งเป็นที่สำหรับรากพืชใช้ดูดออกซิเจนขยายกว้างขึ้น จนเมื่อระดับน้ำลดลงถึงระดับหนึ่งที่พอเหมาะก็มีความจำเป็นต้องรักษาระดับสารละลายให้คงที่ตลอดไป นอกจากนี้ยังใช้ปั๊มลม (Air pump) ช่วยในการเป่าอากาศลงในสารละลายธาตุอาหารเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้แก่รากพืชอีกทางหนึ่งด้วย การปลูกพืชด้วยเทคนิควิธีการนี้มีชื่อเรียกที่เข้าใจในความหมายเดียวกันหลายชื่อ เช่น Deep Water Culture (DWC), Deep Flow Hydroponic (DFH), และ Deep Nutrient Solution (DNS) (นภดล เรียบเลิศหิรัญ, 2538; ถนิมนันต์ เจนอักษร, 2538; โสระยา ร่วมรังสี, 2544; Resh, 1981; Schwarz, 1995; Jensen, 1999)

ข้อได้เปรียบของระบบ DFT

- เป็นระบบที่มีการลงทุนต่ำ
- เป็นระบบที่ไม่ยุ่งยากและง่ายต่อการปฏิบัติดูแล
- เป็นระบบที่พืชสามารถดูดใช้สารละลายธาตุอาหารได้เต็มที่
- เป็นระบบที่รากพืชจะได้รับความกระทบกระเทือนอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เกิดจากสภาพแวดล้อมได้ยาก
- เป็นระบบที่ทดแทนข้อเสียเปรียบที่เกิดขึ้นหลายประการของระบบ NFT เช่น ถ้าระบบไฟฟ้าขัดข้อง พืชที่ปลูกในระบบ DFT จะไม่ได้รับอันตราย

3. **ระบบปลูกแบบ** Nutrient Film Technique (NFT)

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินด้วยระบบ NFT เป็นการให้สารละลายธาตุอาหารพืชไหลไปอย่างช้าๆ แบบแผ่นฟิล์มบางประมาณ 1-3 มิลลิเมตรผ่านรากพืชที่ปลูกบนรางปลูก

องค์ประกอบของระบบปลูกพืชแบบ NFT

1) รางปลูกพืช ทำหน้าที่ 2 อย่าง คือ เป็นที่ตั้งของรากพืชและรองรับสารละลายธาตุอาหารพืชที่ไหลผ่าน

2) อัตราการไหลของสารละลายธาตุอาหารพืช ปกติสารละลายจะไหลอย่างต่อเนื่องมากกว่าการให้แบบสลับ โดยทั่วไปจะมีอัตราการไหลอยู่ที่ 1-2 ลิตร / นาที / ราง

3) ความลาดชันของรางปลูก เพื่อให้การไหลของสารละลายธาตุอาหารพืชผ่านรากพืชประมาณ 1-2 %

4) ปั๊มน้ำ เพื่อเป็นต้นกำลังในการส่งสารละลายจากถังบรรจุให้ไหลไปตามท่อส่งน้ำเข้าสู่ด้านหัวแปลงปลูกแล้วไหลผ่านรากพืชอย่างช้า ๆ ลงสู่ถังบรรจุแบบหมุนเวียน

5) การเตรียมต้นกล้าที่ใช้ปลูก เตรียมจากการเพาะต้นกล้าในวัสดุต่างๆ เช่น เพอร์ไลท์ เวอร์มิคูไลท์ ปกติต้นกล้าที่จะย้ายไปปลูกควรมีใบจริง 3-5 ใบ

สำหรับรางปลูกที่ต้องพิจารณา คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

1. ความกว้างของรางปลูกมีหลายขนาด คือ 5, 10, 20, 30 และ 35 เซนติเมตร เพื่อสะดวกในการเลือกใช้ปลูกพืชชนิดต่างๆ ปกติรางปลูกขนาด 5-10 เซนติเมตรมักใช้กับการปลูกพืชที่รับประทานใบหรือมีต้นเตี้ย อายุสั้น เช่น ผักสลัด รางมักวางอยู่สูงจากพื้นดินขนาดเอวของผู้ทำงาน ส่วนรางปลูกที่มีขนาด 20-30 เซนติเมตรเหมาะสำหรับการปลูกพืชที่รับประทานผล เช่น แตงและมะเขือเทศ ปกติจะวางอยู่บนพื้นดินหรือสูงจากพื้นเล็กน้อย วัสดุที่ใช้ทำรางมีหลายชนิด เช่น พลาสติก สังกะสี เป็นต้น ถ้าเป็นรางที่ทำจากสังกะสีจะใช้พลาสติกใสสีขาวบุภายใน เพื่อป้องกันการกัดกร่อนจากสารละลายธาตุอาหารพืช
2. ความยาวของรางปลูก ขึ้นกับชนิดของพืชและปริมาณออกซิเจนในน้ำที่พืชต้องการ ปกติพืชจะแสดงอาการขาดออกซิเจนถ้ารางยาวเกิน 12 เมตร รางปลูกที่ยาวจะมีความแตกต่างของปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในสารละลายระหว่างต้นรางและปลายรางมาก พืชที่ปลูกต้นรางจะดูดใช้ออกซิเจนจากสารละลายได้ก่อนพืชที่ปลายราง ที่สำคัญคือรางปลูกที่ยาวจะมีการสะสมของอุณหภูมิที่ปลายรางมากกว่ารางปลูกที่สั้น
3. ความสูงของรางปลูก รางปลูกควรสูงประมาณ 5 เซนติเมตร

ข้อดีและข้อเสียของระบบ NFT

ข้อดี

1. เป็นระบบการให้สารละลายธาตุอาหารแก่พืชที่ไม่ยุ่งยาก
2. ถ้ามีการจัดการที่ดีจะสามารถปลูกพืชได้อย่างต่อเนื่องตลอดปีโดยไม่เสียเวลาในการเตรียมระบบปลูก เช่น สามารถปลูกผักสลัดได้ถึง 8-10 ครั้ง / ปี
3. สามารถป้องกันและกำจัดเชื้อโรคพืชต่างๆในสารละลายธาตุอาหารได้ง่าย
4. สามารถใช้น้ำและธาตุอาหารพืชอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด
5. มีวัสดุปลูกที่ต้องทำการกำจัดน้อย

ข้อเสีย

1. ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งในช่วงเริ่มต้นสูงมากโดยเฉพาะระบบที่ออกแบบใช้ขาตั้งที่ทำจากโลหะ
2. ต้องการการดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดเวลาเพราะระบบมีโอกาสที่จะเสียได้ง่าย เช่น ไฟฟ้าดับ ซึ่งมีผลทำให้พืชได้รับผลกระทบกระเทือนอย่างรุนแรงและรวดเร็ว
3. ต้องใช้น้ำที่มีสิ่งเจือปนอยู่น้อย (สารละลายต่างๆ) เพราะถ้ามีสิ่งเจือปนอยู่มากจะเกิดการสะสมของไอออนบางธาตุที่พืชใช้น้อยหรือไม่ดูดเอาไปใช้เลย จะสะสมอยู่ในสารละลายทำให้จำเป็นต้องเปลี่ยนสารละลายทั้งหมดบ่อยๆ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น
4. มีปัญหามากเกี่ยวกับการสะสมของอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหาร โดยเฉพาะในเขตร้อนจะมีผลทำให้การละลายตัวของออกซิเจนในสารละลายลดลง ซึ่งอาจทำโดยการลดความยาวของรางปลูกพืชลงหรือการให้อากาศในถังผสมสารละลาย
5. ถ้าหากมีโรคเกิดขึ้นแล้วจะมีการแพร่กระจายไปทั้งระบบได้อย่างรวดเร็ว

4. สถานการณ์การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในต่างประเทศ

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

Dawh *et al.* (2004) ทำการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการนำน้ำประปาที่มีค่า EC = 1.24 ds /m มีเกลือที่ละลายน้ำได้ 793.6 ppm และมี Na 8.09 ppm มาเพื่อใช้เตรียมสารละลายธาตุอาหารสูตร Hogland สำหรับปลูก tuberose plant จนกระทั่งออกดอกในระบบ NFT และสารละลายธาตุอาหารสูตร Hogland ที่มี N ในรูปของแอมโมเนียมและไนเตรทถูกทำให้ดียิ่งขึ้นจากที่มีเพียงไนเตรทอย่างเดียวโดยเตรียมจากสารละลายธาตุอาหารในรูปการค้า พบว่าผลผลิตที่ได้มีการเจริญด้านลำต้นและการออกดอกที่ดีกว่า สรุปได้ว่าการใช้น้ำประปาและปุ๋ยในรูปการค้าเป็นการลด

ต้นทุนในการผลิต พิจารณาเห็นชอบว่าเทคนิคดังกล่าวทำให้ผลผลิตที่ได้มีค่าสูงขึ้น (ประมาณ 100 spike/m^2)

Song *et al.* (2004) ทำการทดลองใช้ fungicides 7 ชนิด ได้แก่ prochloraz, carbendazim, thiram, toclofos-methyl, hymexazol, azoxystrobin และ carboxin เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อก่อโรคกับพืชที่ปลูกในระบบ DFT โดยใช้ที่ความเข้มข้น 0.019, 0.235, 26.292, 53.606, 69.961, 144.58 และ 154.03 µg / ml ตามลำดับ และพบว่า prochloraz และ carbendazim เป็น fungicide ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย โดยทำให้การเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรามีค่าลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ และ 34.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นจึงสามารถสรุปผลได้ว่าโรค tomato wilt สามารถควบคุมได้โดยการใช้ fungicide ที่มีความเป็นพิษต่ำเติมลงในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม

Villela *et al.* (2004) ทำการศึกษาการใช้สารละลายธาตุอาหารพืชที่ทำให้อุณหภูมิเย็นมาปลูกสตรอเบอรีในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT ภายใต้สภาพโรงเรือน โดยใช้สตรอเบอรี 2 สายพันธุ์คือ Campinas และ Sweet Charlie สารละลายธาตุอาหารพืชที่ใช้มีอุณหภูมิประมาณ 12°C นำมาเปรียบเทียบกับสารละลายธาตุอาหารพืชที่อุณหภูมิปกติ ผลปรากฏว่าในสารละลายธาตุอาหารที่ทำให้เย็น สตรอเบอรีสายพันธุ์ Sweet Charlie ให้ผลดีกว่าการปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชที่อุณหภูมิปกติทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพของผล ส่วนในสตรอเบอรีพันธุ์ 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 ทั้งนี้พบว่าการเติมแร่ธาตุต่างๆลงไปทำให้ผลกระทบทางลบที่เกิดขึ้นมีค่าลดลง

Mercier *et al.* (2005) ศึกษาการใช้ *Muscodor albus* เพื่อควบคุมโรคที่มีสาเหตุจากเชื้อก่อโรคทางดินโดยชีววิธีในโรงเรือนปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เช่น โรค damping-off ที่มีสาเหตุมาจาก *Rhizoctonia solani* และโรค root rot ของ bell pepper ที่มีสาเหตุจาก *Phytophthora capsici* โดย *Muscodor albus* จะเข้าไปอยู่ร่วมกับ growing mix และแทนที่เชื้อก่อโรคดังกล่าวตั้งแต่ช่วงแรกๆ ของการทดลอง ทำให้การเกิดโรคลดลงอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้พบว่าผลที่ได้คล้ายกันกับการทำให้ growing mix ปราศจากเชื้อโดยการอบไอน้ำ

5. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในประเทศไทย

ถนิมนันต์ และ ศุภชัย (2538) ได้ทดลองปลูกสะระแหน่ในระบบ DFT ประยุกต์พบว่าการปลูกด้วยระบบนี้ให้ผลผลิตดีกว่าการปลูกในดิน และสามารถลดค่าใช้จ่ายในด้านแรงงานลงได้มาก นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถปลูกในระบบที่ไม่เป่าอากาศได้ ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตไปได้อีกระดับหนึ่ง และยังทำการศึกษาถึงระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 โดยในระบบที่ไม่มีการเป่าอากาศให้ผลผลิตที่ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มี EC เท่ากับ 2 มีแนวโน้มการให้ผลผลิตที่ดีที่สุดในระยะยาวนอกจากนั้นยังได้มีการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่ายอมรับถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าสะระแหน่ที่มาจากท้องตลาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

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) โดยใช้แตงแคนตาลูป ผักคะน้าจีนและผักกาดหอมเป็นพืชทดลอง พบว่าต้นแตงแคนตาลูปที่ปลูกด้วยระบบ NFT ภายใต้โรงเรือนปลูกพืชแบบหลังคาเพิงหมาแหงน และต้นที่ปลูกในระบบ Subatrate culture ภาบใต้โรงเรือนปลูกพืชแบบหลังคาโค้งสองชั้นซ้อนกัน ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลสูงสุด ผักคะน้าจีนที่ปลูกในระบบ Liquid culture แบบ Non-circulating system และผักกาดหอมที่ปลูกในระบบ NFT ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของต้นสูงสุดทั้งสองโรงเรือน ต้นแตงแคนตาลูปและผักกาดหอมที่ปลูกด้วยระบบ Liquid culture แบบ Circulating system ตายหมดทั้งสองโรงเรือนปลูกพืชภายใน 6 สัปดาห์ และ 3 สัปดาห์หลังย้ายปลูกลงสู่กระบะสารละลายธาตุอาหาร ตามลำดับ

ณัฐพร และนครินทร์ (2544) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำข้าวมาปลูกในระบบ Hydroponics แบบต่างๆ และเพื่อหาแนวทางในการนำปุ๋ยที่ให้ทางดินมาใช้เตรียมเป็นสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชในระบบดังกล่าว ในขณะเดียวกันได้มีการสำรวจและบันทึกด้านโรคและแมลงศัตรูข้าวควบคู่ไปด้วย โดยทำการทดลองในสูตรสารละลายธาตุอาหาร 2 สูตร คือ soilless fertilizer และ 13-13-21 ทดลองปลูกในข้าว 4 สายพันธุ์ ดังนี้ พันธุ์สุพรรณบุรี 1 พันธุ์หอมสุพรรณบุรี พันธุ์ชัยนาท 1 และพันธุ์หอมคลองหลวง โดยทำการปลูกใน 4 ระบบ คือ DFT, DFT+O_2,Modified sand culture, Sand culture จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าศักยภาพการปลูกข้าวทั้ง 4 พันธุ์ในระบบดังกล่าวโดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 2 สูตร ให้ผลเป็นที่น่าพอใจ แต่อย่างไรก็ตาม การเจริญเติบโต (ในด้านความสูงและจำนวนกอ) จะแตกต่างออกไปขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว สูตรสารละลายธาตุอาหารและ

กรรมวิธีการปลูก เมื่อเก็บเกี่ยวพบว่า ข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรีที่ปลูกในกรรมวิธี DFT+O_2 โดยใช้สารละลายธาตุอาหารปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21 ให้ผลดีที่สุด

พรประพา (2544) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยทางดินสูตร 13-13-21 ทดแทน Soilless fertilizer ในการเตรียมสารละลายธาตุอาหาร สำหรับปลูกผักบางชนิดใน DFT แบบเปิดและไม่เปิดอากาศ เพื่อให้ได้ผลผลิตและคุณภาพที่ดี ซึ่งเท่ากับเป็นการหาแนวทางในการลดต้นทุนและเพิ่มความสะดวกให้แก่การผลิตพืชผัก การวิจัยแบ่งเป็น 5 การทดลองย่อย ตามชนิดพืชผักทดลอง ดังนี้ ผักกาดหอม ผักโขม ผักกวางตุ้ง ผักขึ้นฉ่าย และผักชี โดยทำการทดลองในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ซึ่ง 2 สูตร จะมี Soil fertilizer เป็นองค์ประกอบ โดยจะทำการเปิดและไม่เปิดอากาศ จากการทดลองสรุปได้ว่าผักทั้ง 5 ชนิดสามารถปลูกในระบบ DFT ได้โดยมีข้อจำกัด กล่าวคือ โดยรวมพืชผักดังกล่าวจะเจริญเติบโตได้ดีในสารละลายธาตุอาหาร Soilless fertilizer (ของ Benoit, 1992) จะดีที่สุดถึงแม้ว่าจะทำการเปิดหรือไม่เปิดอากาศก็ตาม แต่เมื่อปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ Soil fertilizer เป็นปุ๋ยนั้น ผักจะเจริญเติบโตได้เป็นที่น่าพอใจก็ต่อเมื่อทำการเปิดอากาศเท่านั้น สำหรับ Modified soilless fertilizer กลับให้ผลเช่นเดียวกับ Soil fertilizer จุดที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งที่ได้รับจากการทดลอง คือ ความเป็นไปได้ในการใช้น้ำประปาสำหรับเตรียมสารละลายธาตุอาหาร โดยไม่นำมาปรับกับสารละลายธาตุอาหารแต่อย่างไร

6. โรคที่สำคัญที่พบบนพืชผักที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินและการป้องกันกำจัด

โรคพืชที่พบในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจะเกิดขึ้นที่ 2 ส่วนของพืช คือ

1) โรคที่เกิดขึ้นกับใบ ได้แก่ โรคราแป้ง (Powdery mildew) โรคราน้ำค้าง (Downy mildew) โรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสและโรคใบจุดต่างๆ
2) โรคที่เกิดกับรากเป็นเชื้อที่มีความสามารถแพร่กระจายไปในสารละลายธาตุอาหารได้ ได้แก่ โรครากเน่า โรคโคนเน่า (Root and collar rot) และโรคเหี่ยว (Wilt)

Zhang and Tu (2000) ศึกษาผลของการฆ่าเชื้อในสารละลายธาตุอาหารด้วยแสง ultraviolet ในการป้องกันกำจัดโรค *Pythium* root rot โดยการทดลองปลูกมะเขือเทศแล้วใช้รังสี uv (19, 38, 59, 88 mJ cm^{-2}) ฆ่าเชื้อในสารละลายธาตุอาหารก่อนที่จะหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่โดยที่สารละลายธาตุอาหารนี้จะทำการปลูกเชื้อ *Pythium aphanjdermatum* ความเข้มข้น 1.5-6.7 CFU/ml. พบว่า 4 เดือนหลังจากการปลูกเชื้อ จำนวน *Pythium aphanjdermatum* ในการทดสอบ ชุดควบคุมจะมีมากถึง 1030 CFU/ml. ในขณะที่สารละลายธาตุอาหารที่ฆ่าเชื้อด้วยรังสี uv จะมีปริมาณ *Pythium aphanjdermatum* 1028, 970, 610 และ 521 CFU/ml. ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้รังสี uv ทุกๆความเข้มข้นสามารถลดปริมาณเชื้อ *Pythium aphanjdermatum* ได้

Zhao *et al.* (2000) ศึกษาการควบคุมโรค *Pythium* root rot ในแตงกวาด้วย Silver-coated cloth (scc) เมื่อใส่ scc ลงในสารละลายธาตุอาหารพบว่าสามารถลดอาการรากเน่าจาก 100% เหลือเพียง 10 % หลังจากที่ทำการปลูกเชื้อด้วย zoospore ของ *Pythium aphanjdermatum* ไปแล้ว 20 วัน

Lin *et al.* (2002) ได้ทำการทดลองหาวิธีการป้องกันกำจัดโรค *Pythium* root rot โดยทำการปลูกต้นถั่วลงในถาดเพาะเมล็ดที่ผ่านการใช้แล้ว ซึ่งเป็นแหล่งของเชื้อเป็นอย่างดีโดยก่อนการเพาะเมล็ดได้นำถาดเพาะเมล็ดไปแช่ในสารละลาย calcium hypochlorite (2000 ppm.) เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำเมล็ดลงไปปลูก ผลปรากฏว่า วิธีนี้สามารถป้องกันกำจัดโรค *Pythium* root rot ได้ ความรุนแรงของโรคจะลดจากที่มีมากถึง 60-80 % เหลือเพียงน้อยกว่า 10 % และเมล็ดถั่วจะงอกมากขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณ 212-772 กรัม/ถาด

Tu (2002) ทำการป้องกันกำจัดโรค *Pythium* root rot ในมะเขือเทศที่เกิดจากเชื้อ *Pythium aphanjdermatum* โดยใช้วิธีการแบบผสมผสานแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง 1) ก่อนย้ายต้นกล้าจะใช้ระบบรังสี uv ต่อเข้ากับระบบการให้สารละลายธาตุอาหารเพื่อทำการฆ่าเชื้อสารละลายธาตุอาหารที่หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ (ใช้ uv 100 mJ cm^{-2}) 2) หลังย้ายต้นกล้าจะทำการปรับค่า pH ให้อยู่ระหว่าง 5.8-6.2 อีกเป็นเวลา 1 สัปดาห์ 3) ใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์ เช่น *Pseudomonas* sp. ใส่ให้กับพืชโดยใช้สารละลายแบคทีเรีย 100 ml. ต่อพืช 1 ต้น (10^8 bacteria/ml) ซึ่งวิธีการเหล่านี้สามารถควบคุมโรค *Pythium* root rot ได้

Elmhirst and Hudgins (2003) ได้รายงานว่าพบโรคแอนแทรคโนสในต้น *Gualtheria procumbens* (wintergreen) เป็นครั้งแรกที่ British Columbia โดยอาการของโรคจะเริ่มจากเกิดแผลฉ่ำน้ำสีดำและพัฒนามาเป็น canker แล้วขยายลามไปทั่วใบ ซึ่งหลังจากนำมาแยกเชื้อเพื่อหาสาเหตุโรคพบว่าเป็นเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* (*Glomerella cingulata*)

Labuschagne *et al.* (2003) รายงานว่าพบโรคโคนเน่าและรากเน่าในต้นมะเขือเทศเป็นครั้งแรกที่ Botswana โดยต้นมะเขือเทศจะแสดงอาการเหี่ยว เนื้อเยื่อเปลี่ยนสีเป็นสีดำและรากเน่า เชื้อสาเหตุที่แยกได้จากพืชที่เป็นโรคคือ *Phytophthora capsici* และเมื่อนำเชื้อกลับมาทำการปลูกเชื้อให้กับพืชพบว่าหลังจากที่ทำการปลูกเชื้อไปแล้วสองวันพืชจะเริ่มแสดงอาการแผลฉ่ำน้ำที่ลำต้น ต่อมาอีกสี่วันแผลจะมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น เหี่ยวและตายในที่สุด

โดยสรุปแล้วการป้องกันกำจัดโรคพืชที่พบในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสามารถกระทำได้ดังนี้คือ

1. เลือกใช้วัสดุปลูกที่ปราศจากการปนเปื้อนของเชื้อโรคและไม่เป็นแหล่งสะสมของเชื้อ
2. เลือกใช้พันธุ์ต้านทาน
3. น้ำที่ใช้ในการเตรียมสารละลายควรเป็นน้ำที่สะอาดและทำการฆ่าเชื้อก่อนนำมาใช้

4. รักษาความสะอาดบริเวณปลูกพืชอย่างสม่ำเสมอ กำจัดวัชพืชและเศษซากพืชซึ่งอาจเป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรค
5. ตรวจสอบคุณภาพของสารละลายธาตุอาหารพืชเป็นประจำ เพราะหากค่า EC และค่า pH ไม่เหมาะสมกับระยะการเจริญของพืชอาจทำให้พืชอ่อนแอจนทำให้เกิดการติดเชื้อได้ง่าย
6. ควรล้างและทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้รวมทั้งฆ่าเชื้อโรคในรางปลูกพืชก่อนทำการปลูกพืชครั้งต่อไป
7. ใช้สารเคมีเช่น Potassium silicate, Sodium hyperchloride, Benomyl เป็นต้น ทั้งนี้ต้องพิจารณาถึงระดับความปลอดภัยของผู้บริโภคเนื่องจากการตกค้างของสารเคมีในพืชด้วย

คะน้าฮ่องกง (*Brassica oleracae* var. *alboglabra*)

คะน้าฮ่องกง (Chinese kale) จัดอยู่ในกลุ่มพืชเมืองหนาว ตระกูลกระหล่ำ (Brassicaceae หรือ Cruciferae) การเจริญเติบโตเป็นพืชฤดูเดียว จำนวนโครโมโซม n = 9 ต้องการสภาพปลูกที่มีอุณหภูมิต่ำ มีแหล่งกำเนิดที่ Asia minor ถูกนำเข้าไปในประเทศอินเดียและจีนเป็นเวลานานจนเป็นผักที่ได้รับความนิยมและคุ้นเคยกันกับคนในแถบนั้น (เกษม, 2524) นิยมปลูกที่ประเทศจีน วางจำหน่ายทั่วไปและนิยมบริโภคในฮ่องกง ทำให้มีชื่อเรียกว่า คะน้าฮ่องกง ปัจจุบันเป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของหลายประเทศในเอเชีย เช่น ไทย จีน ไต้หวัน ฮ่องกง มาเลเซีย สิงคโปร์ ฯลฯ

คะน้าฮ่องกงเกิดจากการผสมข้ามระหว่างบล๊อคโคลี่ (*Brassica oleracea* var. *itlica*) และคะน้า (*Brassica oleracae* L. var. *alboglabra*) โดยคะน้าจะไม่มีหน่อข้าง ส่วนบล๊อคโคลี่จะมีกิ่งแขนงหรือหน่อข้าง ส่วนที่ใช้บริโภคคือ กิ่งแขนง ใบและดอกอ่อน รสชาติคล้ายบล๊อคโคลี่ แต่จะนิ่มและกลิ่นอ่อนกว่า มีคุณค่าทางอาหารสูง ระบบรากตื้น ระดับ 30-35 เซนติเมตร ลำต้นสูง 40-50 เซนติเมตร ใบหนา เรียบ ดอกสีขาว หน่อแขนงมีจำนวน 7-12 แขนงต่อต้น แต่ละหน่อมีจำนวนใบ 3-5 ใบ สำหรับในประเทศไทยนิยมปลูกคะน้าฮ่องกงพันธุ์ดอกขาว โดยสั่งเมล็ดพันธุ์มาจากต่างประเทศแล้วทำการคัดและปรับปรุงพันธุ์ให้ดีขึ้น ปัจจุบันคะน้าที่รู้จักกันแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. คะน้าใบกลม มีลักษณะใบกว้างใหญ่ ปล้องสั้น ปลายใบมน และผิวใบเป็นคลื่นเล็กน้อย ได้แก่ พันธุ์ฝางเบอร์1 ของกรมวิชาการ
2. คะน้าใบแหลม เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะใบแคบกว่าชนิดแรก ปลายใบแหลม ข้อห่าง ผิวใบเรียบ เช่น พันธุ์ PL-20
3. คะน้ายอด หรือคะน้าก้าน เป็นพวกที่มีลักษณะคล้ายคะน้าใบแหลม และบางครั้งทำให้เกิดสับสนกัน แต่คะน้ายอดมีจำนวนใบต่อต้นน้อยกว่า และปล้องยาวกว่า เช่น พันธุ์แม่โจ้

สภาพแวดล้อมที่ต้องการ

1. สภาพของดินปลูก คะน้าฮ่องกงสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินแถบทุกชนิด แต่ดินที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด คือ ดินร่วนปนทราย มีการระบายน้ำดี ความชื้นสูง pH ดินที่เหมาะสมประมาณ 6-7.5
2. ความต้องการอุณหภูมิ ปกติคะน้าจีนสามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 18-24°ซ อุณหภูมิมีผลต่อกระบวนการหายใจและการสังเคราะห์อาหารของคะน้าฮ่องกง แต่คะน้าฮ่องกงมีความทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงและให้ผลผลิตเป็นที่น่าพอใจในสภาพอุณหภูมิสูงกว่า 25 °ซ ทั้งนี้เนื่องจากมีข้อได้เปรียบกะหล่ำพวกอื่นๆ ตรงที่ไม่ต้องผ่านการห่อปลีหรือออกดอกก่อนเก็บเกี่ยว
3. ความต้องการความชื้นในดิน คะน้าฮ่องกงเป็นพืชผักที่มีอายุสั้นเจริญเติบโตเร็ว ใช้ต้น ใบและก้านในการบริโภค ดังนั้นเพื่อให้คะน้าฮ่องกงมีคุณภาพดี ต้องได้รับน้ำอย่างเพียงพอ ความชื้นในดินที่คะน้าฮ่องกงต้องการประมาณ 80 % ถ้าขาดน้ำคะน้าฮ่องกงจะชะงักการเจริญเติบโต มีเส้นใยมาก รสชาติไม่อร่อย

การเก็บเกี่ยว

40-60 วันหลังย้ายปลูก เก็บเกี่ยวส่วนยอด และหน่อแขนง ใบ ดอกอ่อน ทยอยเก็บก่อนดอกบาน น้ำหนักประมาณ 20-40 กรัมต่อหน่อ ยาว 15-20 เซนติเมตร ใบอ่อน 3-5 ใบ ผลผลิตและคุณภาพขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ฤดูกาลปลูกและการดูแลรักษา

หลังเก็บเกี่ยวควรลดอุณหภูมิเฉียบพลันโดยใช้ hydrocooling ลงถึง 4.5 °ซ ขนส่งโดยการใช้น้ำแข็งในภาชนะบรรจุ การบรรจุในถุงพลาสติกที่ระบายอากาศได้จะช่วยป้องกันการเสียน้ำในพืช ทำให้พืชเหี่ยว ใบเหลือง

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. อุปกรณ์

1.1 **อุปกรณ์การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบ DFT**

- กะละมัง
- แผ่นโฟมปิดกะละมัง
- ปั๊มอากาศ (ภาพที่ 3)
- ข้อต่อ สายยาง และหัวทราย

1.2 **อุปกรณ์การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบ NFT**

- ราง NFT พร้อมฝาปิดราง
- ถังบรรจุสารละลายและฝาปิด
- ปั๊มน้ำ (ภาพที่ 3)
- ข้อต่อ

1.3 **สารละลายธาตุอาหาร**

- สารละลาย Soilless Fertilizer
- สารละลายธาตุอาหารเสริม (Unilate)
- ปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์สูตรน้ำ

1.4 **อุปกรณ์ในการปลูกพืช**

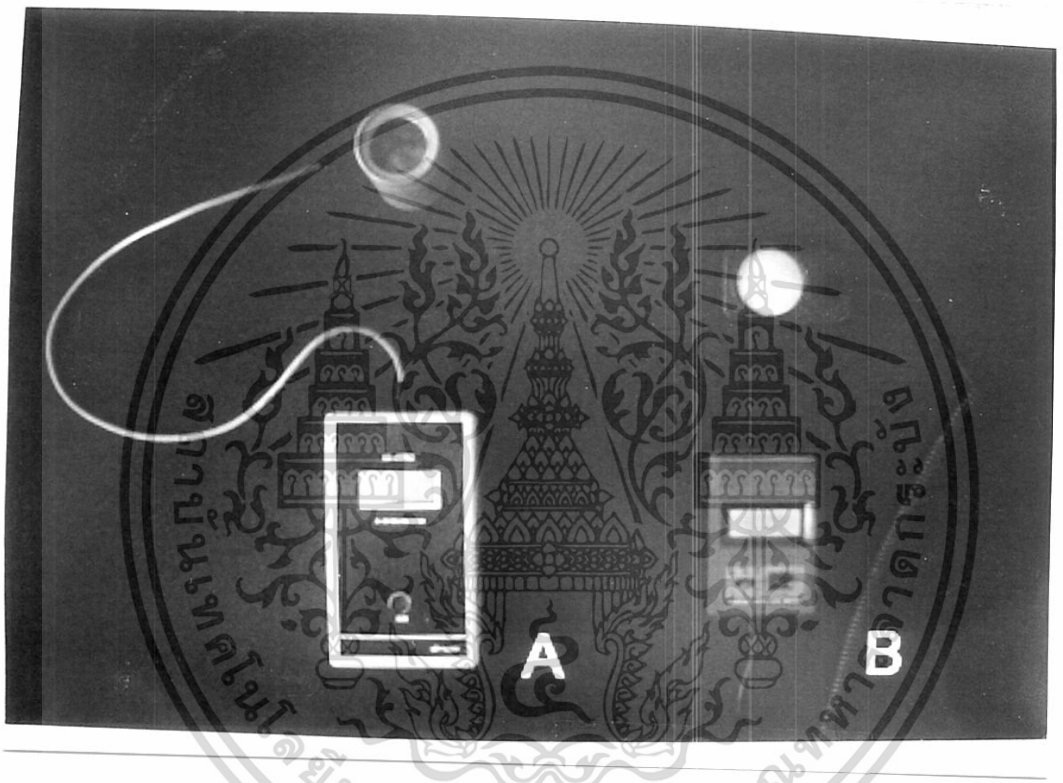
- เมล็ดพันธุ์คะน้าฮ่องกง
- ถ้วยปลูก (ภาพที่ 4)
- วัสดุปลูก (เพอร์ไลท์ + เวอร์มิคูไลท์)

1.5 **อุปกรณ์ที่ใช้ภายในโรงเรือน**

- เครื่องวัดความเป็นกรดและด่าง (pH meter) (ภาพที่ 2)
- เครื่องวัดความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (EC meter) (ภาพที่ 1)
- เครื่องวัดความเข้มแสง (Lux-meter) (ภาพที่ 1)
- กรดไนตริก (HNO_3) และด่างโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)
- กระบอกตวงน้ำ ตาชั่ง และตะกร้าพลาสติก

1.6 **อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ**

- กล้องจุลทรรศน์
- ตะเกียง ถุงพลาสติก และหนังยาง
- ตู้เขี่ยเชื้อและน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ
- Autoclave
- Alcohol 75% และ 90%
- plate, flask, beaker, syringe, slide และ cover slide
- PDA และ Selective media

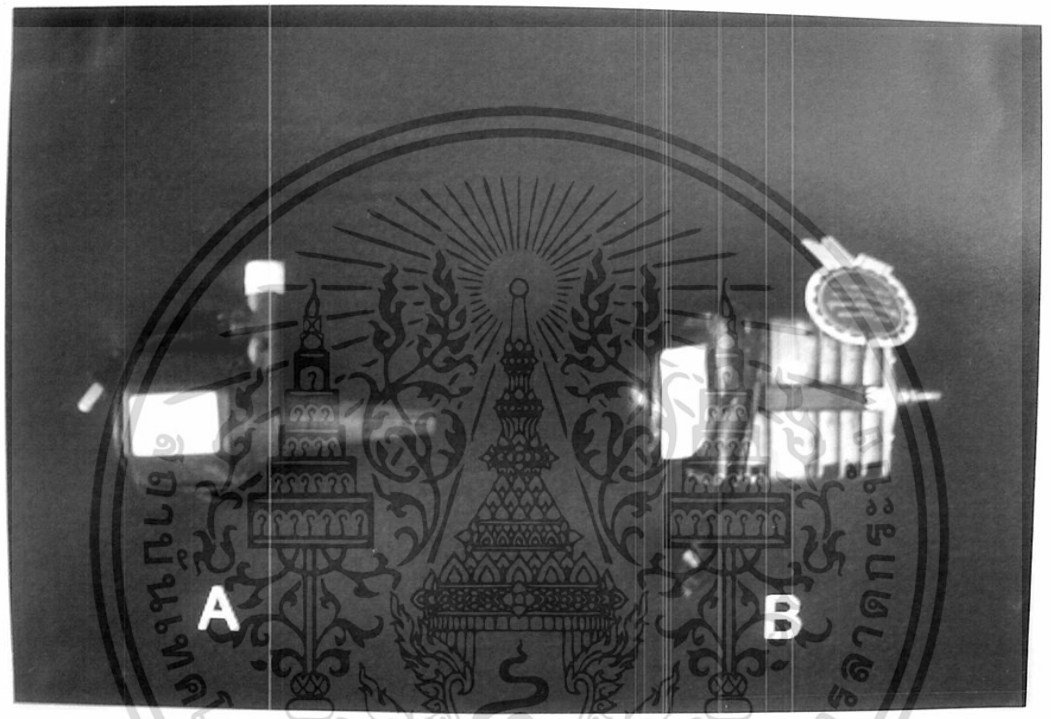


ภาพที่ 1 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลทางสภาพแวดล้อม

A.เครื่องวัดความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (EC meter)

B.เครื่องวัดความเข้มแสง (Lux-meter)

ภาพที่ 2 แสดงเครื่องมือที่ใช้วัดความเป็นกรดและด่าง (pH meter)

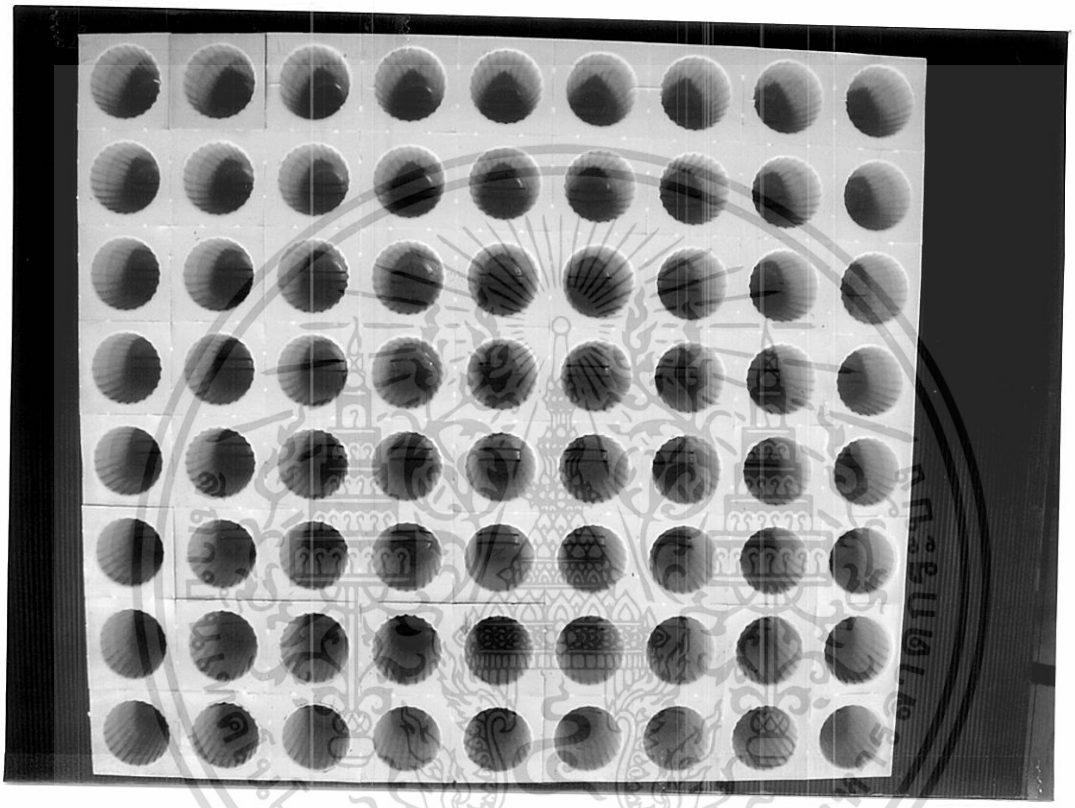


ภาพที่ 3 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการเป่าอากาศให้แก่สารละลายธาตุอาหารพืช

A. ปั๊มอากาศ

B. ปั๊มน้ำ

99101



ภาพที่ 4 แสดงถ้วยปลูกที่ใช้ในการเพาะเมล็ด

2. วิธีการทดลอง

2.1 แผนการทดลอง

การทดลองนี้ได้วางแผนการทดลองแบบ 5x2 Factorials in CRD จำนวน 12 ซ้ำ ดังนี้

ปัจจัย A (สารละลายธาตุอาหาร) มี 5 ระดับ

A1 : สารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐาน (Benoit, 1992)

A2 : สารละลายธาตุอาหารปุ๋ยดินสูตร 15- 15- 15 + Unilate

A3 : สารละลายธาตุอาหารปุ๋ยดินสูตรละลายช้า 17- 17- 17 + Unilate

A4 : สารละลายธาตุอาหารปุ๋ยดินสูตรละลายช้า 24- 8- 16 + Unilate

A5 : สารละลายธาตุอาหารปุ๋ยอินทรีย์สูตรน้ำ + Unilate

ปัจจัย B (ระบบการปลูก) มี 2 ระดับ

A1 : ระบบ DFT

A2 : ระบบ NFT

2.2 การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร

การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร Soilless Fertilizer (Benoit, 1992)

จำนวน 20 ลิตรความเข้มข้น 100 เท่า ประกอบด้วยธาตุอาหารดังนี้

สารละลาย A			สารละลายธาตุอาหาร B		
$Ca(NO_3)_2$	1,340	กรัม	KNO_3	592	กรัม
KNO_3	592	กรัม	$MgSO_4$	320	กรัม
Fe-chelate	100	กรัม	KH_2PO_4	354	กรัม
			$MnSO_4.4H_2O$	3.4	กรัม
			$CuSO_4.7H_2O$	0.38	กรัม
			$ZnSO_4.7H_2O$	2.30	กรัม
			H_3BO_3	5.70	กรัม
			Na_2MoO_4	0.24	กรัม

การเตรียมสารละลายธาตุอาหารสูตร 15-15-15 สารละลายธาตุอาหารสูตร 15-15-15 ความเข้มข้น 1000 ลิตร ประกอบด้วยธาตุอาหารดังนี้

$Ca(NO_3)_2$	654.76	กรัม	$MgSO_4$	118.9	กรัม
K_2SO_4	373.58	กรัม			

ทำการปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ใน ช่วง 1.5 – 2.0 mS/cm^2 และค่าความเป็นกรดและด่างอยู่ในช่วง 5.5 – 6.5

การเตรียมสารละลายธาตุอาหารสูตร 17-17-17 สารละลายธาตุอาหารสูตร 17-17-17 ความเข้มข้น 1000 ลิตร ประกอบด้วยธาตุอาหารดังนี้

$Ca(NO_3)_2$	1168.57	กรัม	$MgSO_4$	502.57	กรัม
K_2SO_4	970	กรัม			

ทำการปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ใน ช่วง 1.5 – 2.0 mS/cm^2 และค่าความเป็นกรดและด่างอยู่ในช่วง 5.5 – 6.5

การเตรียมสารละลายธาตุอาหารสูตร 24-8-16 สารละลายธาตุอาหารสูตร 24-8-16 ความเข้มข้น 1000 ลิตร ประกอบด้วยธาตุอาหารดังนี้

$Ca(NO_3)_2$	1,350	กรัม	$MgSO_4$	193.43	กรัม
K_2SO_4	754.57	กรัม			

ทำการปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ใน ช่วง 1.5 – 2.0 mS/cm^2 และค่าความเป็นกรดและด่างอยู่ในช่วง 5.5 – 6.5

การเตรียมสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยอินทรีย์สูตรน้ำ สารละลายปุ๋ยอินทรีย์สูตรน้ำ เตรียมจากอัตราการใช้ข้างกล่อง โดยน้ำ 20 ลิตรใช้ 50 – 70 ซีซี

2.3 การปลูกพืชในระบบDFTและ NFT

2.3.1 การปลูกพืชในระบบ DFT

ระบบปลูกพืช ประกอบด้วย กะละมังสีดำ(สำหรับบรรจุสารละลายธาตุอาหาร)และปิดปากกะละมังด้วย แผ่นโฟม ที่เจาะรูขนาด 3x3 จำนวน 6 รู สำหรับวางต้นคะน้าฮ่องกง ช่องละ 1 ต้น(ปลูกในถ้วยปลูกและวัสดุปลูก) ขณะปลูกให้อากาศผ่าน หัวทรายโดยมีปั๊มอากาศเป็นตัวส่งอากาศ

การเตรียมกล้า ทำการเพาะเมล็ดพันธุ์คะน้าฮ่องกงลง ในวัสดุปลูกที่ชื้น และหยอดเมล็ดคะน้าฮ่องกงลง ในวัสดุปลูก เสร็จแล้วกลบเมล็ด และรดน้ำ หลังจากนั้นรดน้ำทุกเช้า และเย็นเป็นเวลา 3 วัน เมื่อเมล็ดงอก และแตกใบเลี้ยง (ภาพที่ 5) นำไปลงระบบอนุบาลกล้า (ระบบอนุบาลเกล้า ค่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร อยู่ในช่วง 0.8 – 1 mS/cm ^{2}) เป็นเวลา 5 วัน (ภาพที่ 6)

การลงระบบจริง นำต้นกล้าคะน้าฮ่องกง ที่เตรียมไว้มาปลูก ในระบบ DFT จะปลูกในสารละลายธาตุอาหาร ต่างกันดังนี้ สารละลายธาตุอาหารสูตรมาตราฐาน สารละลายธาตุอาหารสูตร 15- 15- 15 สารละลายธาตุอาหารสูตร 17- 17- 17 (+Unilate) สารละลายธาตุอาหารสูตร 24- 8- 16 (+Unilate) สารละลายธาตุอาหารปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารทั้งหมดให้อยู่ใน ช่วง 1.5 – 2.0 mS/cm^2 และค่าความเป็นกรดและด่างอยู่ในช่วง 5.5 – 6.5 (ภาพที่ 7 และ 8)

20916

การดูแลรักษา ทำการวัดค่า EC และ pH ทุกวันในช่วง เช้า และ เย็น และปรับค่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ให้อยู่ในช่วง 1.5 – 2.0 mS/cm^2 ทำการปรับค่าความเป็นกรด และด่าง โดยใช้ กรดไนตริก(HNO_3)และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ปรับอยู่ในช่วง 5.5- 6.5

การเก็บเกี่ยว คะน้าฮ่องกง จะทำการเก็บเกี่ยว เมื่อมีอายุครบ 6 สัปดาห์ (ประมาณ 28 วัน) หลังจากลงระบบจริง รวมระยะเวลาการเก็บเกี่ยวตั้งแต่เพาะเมล็ด เป็นเวลาทั้งหมด 42 วัน

2.3.2 การปลูกพืชในระบบ NFT

ระบบปลูกพืช ประกอบด้วย รางปลูกจำนวน 4 ราง ต่อ 1 ชุดแต่ละรางจะมี หลุม 12 หลุม แต่ละชุดจะมีถังใส่สารละลายธาตุอาหาร อยู่อย่างละถัง และ มีปั๊มน้ำทำหน้าที่จ่ายสารละลายธาตุอาหารให้ไหล ผ่านรากพืช

การเตรียมกล้า ทำการเพาะเมล็ดพันธุ์คะน้าฮ่องกงลง ในวัสดุปลูกที่ชื้น และหยอดเมล็ดคะน้าฮ่องกงลง ในวัสดุปลูก เสร็จแล้วกลบเมล็ด และรดน้ำ หลังจากนั้นรดน้ำทุกเช้า และเย็นเป็นเวลา 3 วัน เมื่อเมล็ดงอก และแตกใบเลี้ยง (ภาพที่ 5) นำไปลงระบบอนุบาลกล้า (ระบบอนุบาลเกล้า ค่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร อยู่ในช่วง 0.8 – 1 mS/cm ^{2}) เป็นเวลา 5 วัน (ภาพที่ 6)

การลงระบบจริง นำต้นกล้าคะน้าฮ่องกง ที่เตรียมไว้ มาปลูก ในระบบ NFT โดยใส่คะน้าฮ่องกงลงไปในราง จำนวน 2 ราง รางละ 6 ต้น และใช้สูตรสารละลายธาตุอาหารเหมือนกับการที่ปลูกในระบบ DFT ปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารทั้งหมดให้อยู่ใน ช่วง 1.5 – 2.0 mS/cm^2 และค่าความเป็นกรดและด่างอยู่ในช่วง 5.5 – 6.5 (ภาพที่ 9)

การดูแลรักษาและการเก็บเกี่ยว ทำเหมือนกับระบบ DFT

2.4 การแยกเชื้อราที่ปนเปื้อนในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดิน

2.4.1 การตรวจสอบหาเชื้อ *Phytophthora* spp. และเชื้อ *Pytium* spp.

โดยใช้วิธี Pour plate technique ดูดสารละลายธาตุอาหารพืชที่ต้องการตรวจสอบเชื้อ 1 มล. ใส่ลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA + BNPRA (ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบเชื้อ *Phytophthora* spp.) และ PDA + BNPRA + Rb (ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบเชื้อ *Pythium* spp.) นำอาหารที่ใส่สารละลายแล้วไปเก็บไว้ ในที่มืดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 10)

2.4.2 การทำ Baiting technique ในการตรวจตรวจสอบหาเชื้อ *Phytophthora* spp. และเชื้อ *Pytium* spp.

ใช้เมล็ดแตงกวาเป็นเหยื่อล่อ (สำหรับ Baiting *Pythium* spp.) โดยดูดสารละลายธาตุอาหารที่ต้องการตรวจหาเชื้อ 1มล. ใส่ลงไปใน เมล็ดแตงกวา นำเมล็ดแตงกวาที่ใส่สารละลายธาตุอาหารแล้วไปเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา24ชั่วโมง ใช้ใบพืชที่ปลูกเป็นเหยื่อล่อ (สำหรับBaiting *Phytophthora* spp.)

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
วิทยาเขตเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

โดยดูดสารละลายธาตุอาหารที่ต้องการตรวจหาเชื้อ 1 มล. ใส่ลงไปในใบพืชที่ปลูก นำใบพืชที่ปลูกที่ใส่สารละลายธาตุอาหาร แล้วไปเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา24ชั่วโมง (ภาพที่ 10)

2.4.3 การแยกเชื้อราจากสารละลายธาตุอาหาร

โดยใช้วิธี Pour plate technique ดูดสารละลายธาตุอาหารพืชที่ต้องการแยกเชื้อรา 1 มล. ใส่ลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA + Ampicillin อาหารที่ใส่สารละลายแล้วไปเก็บในที่มืด ตรวจสอบการเจริญของเชื้อรา ทำการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์และจัดจำแนก

4. การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การบันทึกข้อมูลระหว่างการปลูก

1. นับจำนวนใบ
2. วัดความกว้างใบ
3. วัดความยาวใบ
4. วัดความสูงลำต้น

หมายเหตุ : ทำการวัดทุกสัปดาห์

4.2 การบันทึกข้อมูลหลังการเก็บเกี่ยว

1. ชั่งน้ำหนักสดของลำต้น
2. ชั่งน้ำหนักสดของราก

4.3 การตรวจสอบจำแนกเชื้อราในระบบ

เก็บน้ำตัวอย่างสารละลายธาตุอาหารไปตรวจเชื้อ

หมายเหตุ : ทำการตรวจวัดทุกสัปดาห์

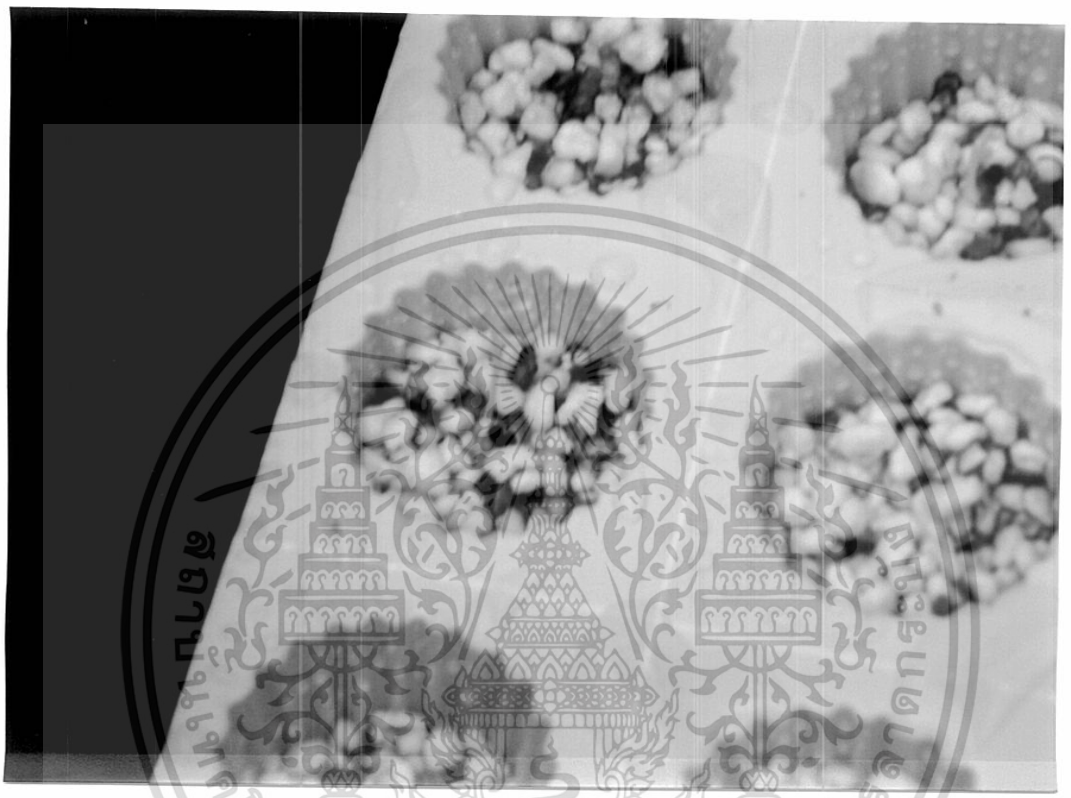
4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

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

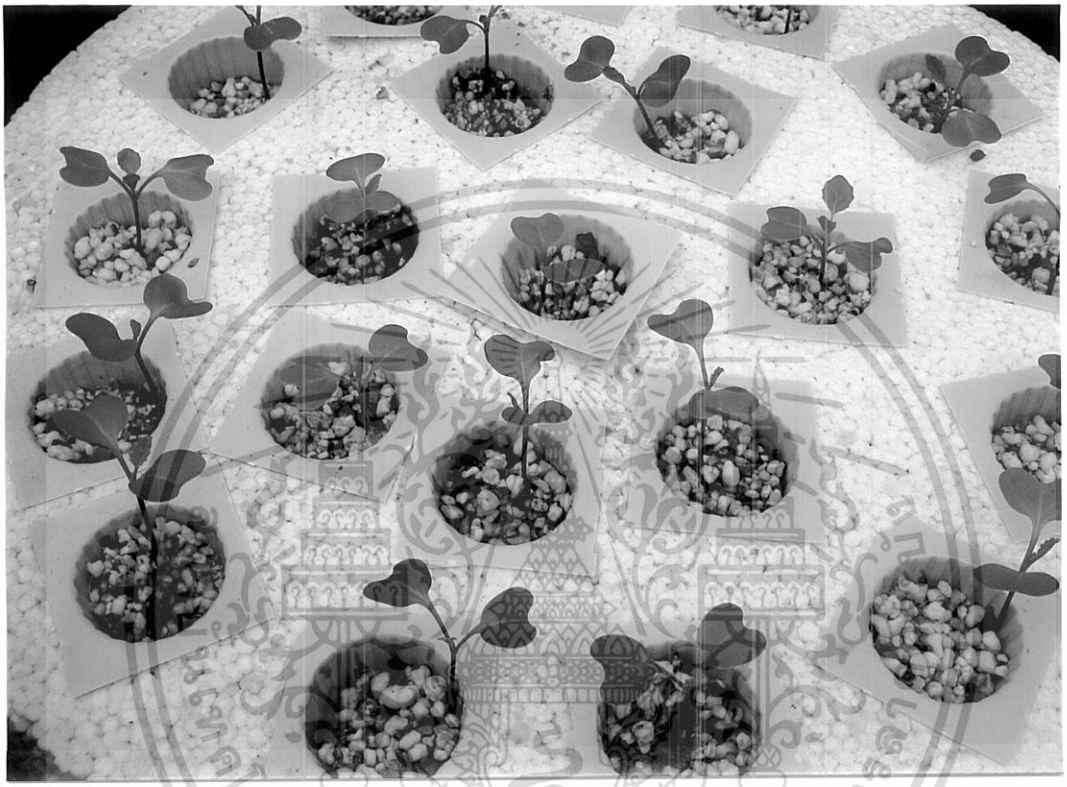
สถานที่ทดลองและระยะเวลาการทดลอง

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการทดลองขึ้นที่ โรงเรือนปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (ระบบปิด) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาการทดลองตั้งแต่ เดือน เมษายน 2548 ถึง กุมภาพันธ์ 2549

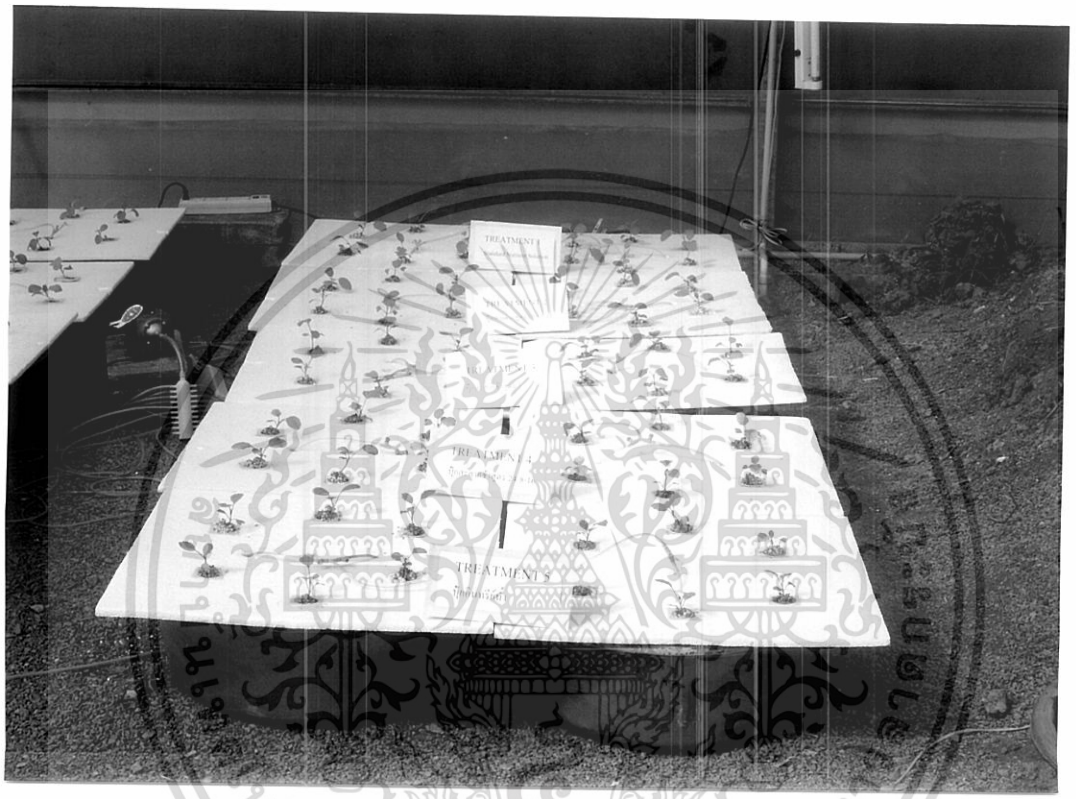


ภาพที่ 5 แสดงการงอกของคะน้าฮ่องกงหลังเพาะเมล็ด 3 วัน

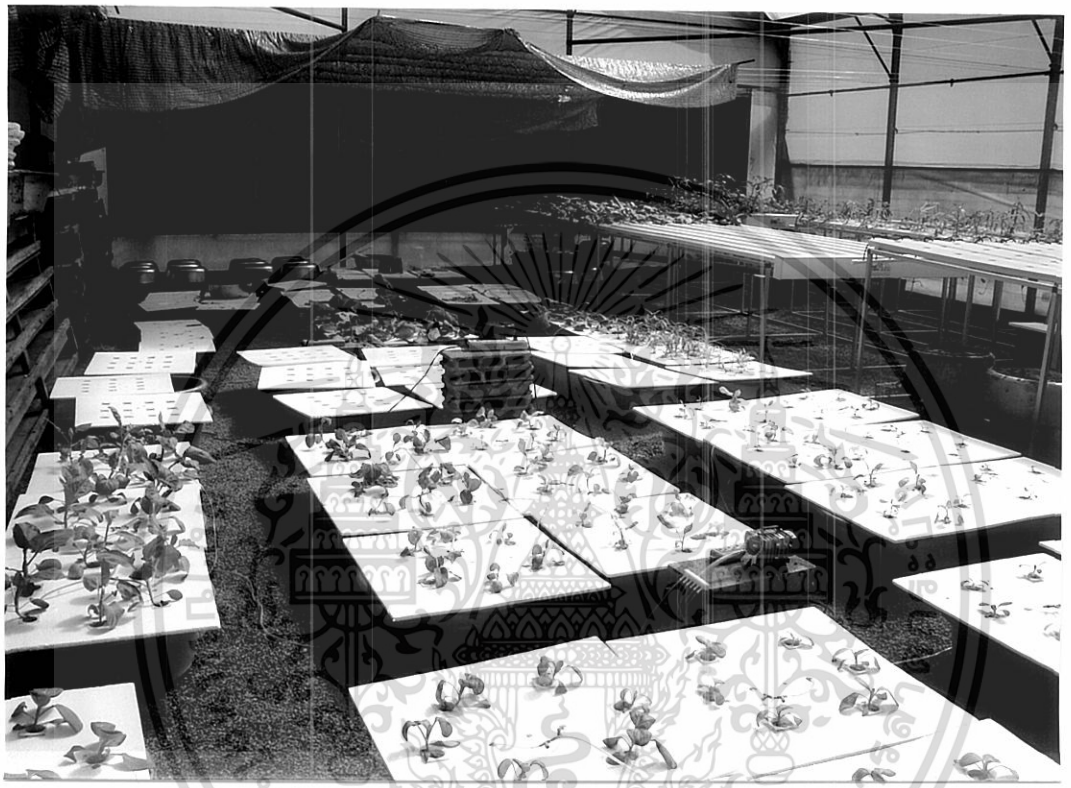


ภาพที่ 6 แสดงต้นกล้าในระบบอนุบาลกล้า

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

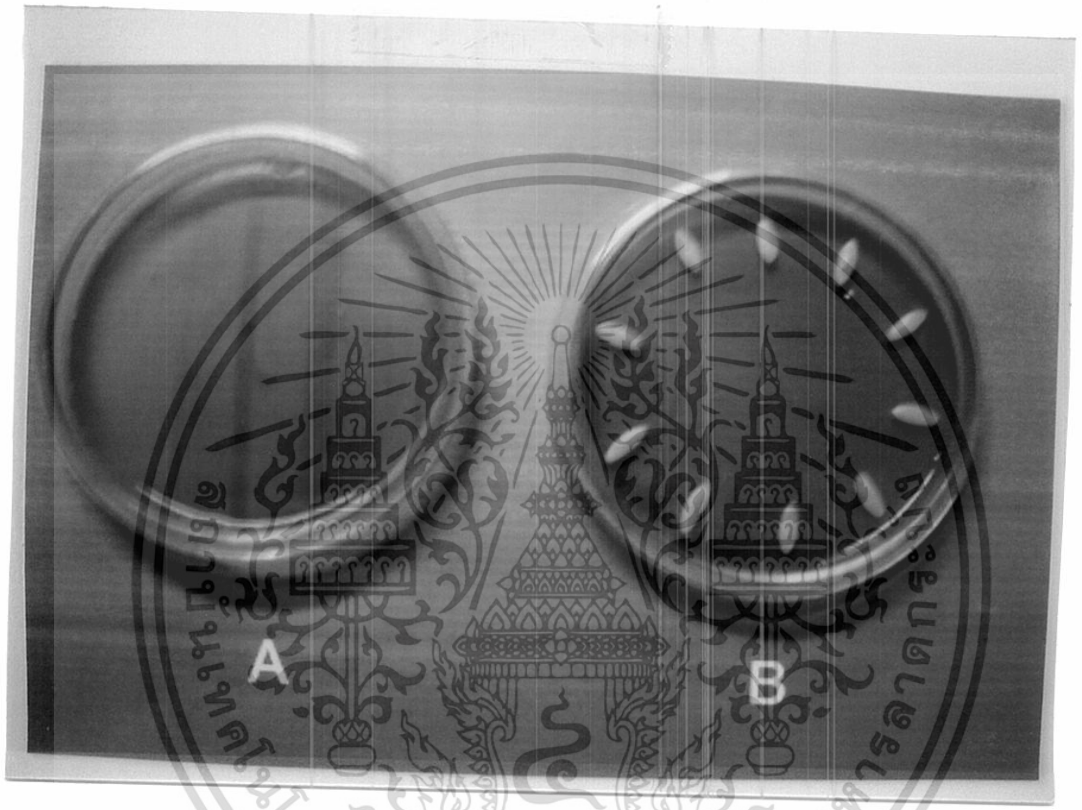


ภาพที่ 7 แสดงต้นกล้าในระบบทดลอง



ภาพที่ 8 แสดงการปลูกพืชในระบบ DFT

ภาพที่ 9 แสดงการปลูกพืชในระบบ NFT



ภาพที่ 10 แสดงการตรวจสอบเชื้อ *Pythium* spp. ที่ปนเปื้อนในสารละลายธาตุอาหารพืช

A. Pour plate technique

B. Baiting technique

ผลการทดลอง

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยทางดิน ได้แก่ ปุ๋ยสูตร 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์สูตรน้ำเพื่อปลูกคะน้าฮ่องกงในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินรวมทั้งตรวจสอบเชื้อปนเปื้อน พบว่าทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกง ทั้งทางด้านความสูงลำต้น จำนวนใบจริง ความกว้างและความยาวของใบ น้ำหนักสดลำต้น น้ำหนักสดราก น้ำหนักสดลำต้นและราก และปัจจัยทั้งสองยังแสดงออกในลักษณะของการมีอิทธิพลร่วมอีกด้วย ทั้งนี้อิทธิพลที่มีต่อการเจริญเติบโตจะยังไม่เด่นชัดในระยะแรกและขึ้นอยู่กับชนิดของปุ๋ย โดยปุ๋ยสูตร 15-15-15 จะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกงใกล้เคียงกับสารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐานมากกว่าปุ๋ยสูตรอื่นๆ ในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 หลังจากลงระบบ (ตารางที่ 1-3) แต่เมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 5 และ 6 หลังจากลงระบบก่อนที่จะทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า ปุ๋ยสูตรละลายช้า 17-17-17 และ 24-8-16 จะแสดงออกในการมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกงใกล้เคียงกับสารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐานที่สุด โดยปุ๋ยสูตรละลายช้า 17-17-17 ให้ผลที่ดีเท่ากับ 24-8-16 (ตารางที่ 4 และ 5)

อิทธิพลจากปัจจัยทั้งสองแสดงออกอย่างเด่นชัดเมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยพบว่าคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยทางดินสูตรละลายช้า 17-17-17 และ 24-8-16 ในระบบ NFT มีน้ำหนักสดลำต้น น้ำหนักสดราก และน้ำหนักรวม (ลำต้นและราก) มากกว่าคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยทางดินสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6 และ ภาพที่ 11) อย่างไรก็ตาม ในช่วงสัปดาห์แรกของการเจริญเติบโต คะน้าฮ่องกงที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยทางดินสูตรละลายช้า จะแสดงอาการขาดธาตุ (ภาพที่ 13) ให้เห็น เนื่องจากปุ๋ยชนิดดังกล่าวจะค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาช้าๆ ดังนั้นเมื่อทำการลงระบบในช่วงสัปดาห์แรกธาตุอาหารจึงมีไม่เพียงพอต่อการดึงดูดไปใช้ของพืช ทั้งนี้อาการขาดธาตุของพืชที่เกิดขึ้นจะน้อยลงเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 2 หลังจากลงระบบ และหายไปในที่สุด

การตรวจสอบเชื้อในระบบ DFT และ NFT จากสารละลายธาตุอาหารทั้ง 5 ชนิด พบเชื้อรา *Aspergillus* spp., *Pennicillium* spp., *Trichoderma* spp. (ตารางที่ 7 และ ภาพที่ 14 -16)

ตารางที่ 1 แสดงการเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกง (ความสูงลำต้น จำนวนใบจริง ความกว้างใบ ความยาวใบ) ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 2 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	การเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกง			
			ใบ		
		ความสูง (ซม.)	จำนวนใบจริง (ใบ)	ความกว้างใบ (ซม.)	ความยาวใบ (ซม.)
สูตรมาตรฐาน	DFT	9.875a[1/]	2.08a	2.69ab	4.26a
	NFT	8.73bc	2.00a	2.45bc	3.76b
15-15-15	DFT	8.53bc	2.08a	2.83a	3.94ab
	NFT	9.28ab	2.08a	2.73ab	4.21a
17-17-17	DFT	8.73bc	2.17a	2.74ab	3.99ab
	NFT	8.73bc	2.17a	2.30cd	3.64bc
24-8-16	DFT	8.21cd	2.08a	2.69ab	4.02ab
	NFT	7.96cd	2.25a	2.30cd	3.62bc
ปุ๋ยอินทรีย์สูตรน้ำ	DFT	7.40d	2.00a	2.12d	3.28c
	NFT	7.98cd	2.08a	2.12d	3.30c
c.v. =		11.60%	14.48%	13.95%	12.42%
สารละลายธาตุอาหาร (A)		**	*	**	**
ระบบปลูก (B)		ns	*	**	**
AxB		*	*	*	*

1/ = ค่าเฉลี่ยจาก 12 ซ้ำที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

ns = non significant at 95% level

* = significant at 95% level

** = highly significant at 99% level

ตารางที่ 2 แสดงการเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกง (ความสูงลำต้น จำนวนใบจริง ความกว้างใบ ความยาวใบ) ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 3 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	การเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกง			
			ใบ		
		ความสูง (ซม.)	จำนวนใบจริง (ใบ)	ความกว้างใบ (ซม.)	ความยาวใบ (ซม.)
สูตรมาตรฐาน	DFT	17.15a[1/]	4.08bc	4.57bc	8.03bc
	NFT	16.03b	5.33a	5.31a	7.98bc
15-15-15	DFT	10.96e	2.75e	4.47c	6.75d
	NFT	11.43ed	4.17bc	5.45a	7.23cd
17-17-17	DFT	12.37cd	3.25d	4.98abc	9.01a
	NFT	11.77cde	4.42b	3.82d	5.10e
24-8-16	DFT	12.70c	3.92c	5.23a	8.52ab
	NFT	12.77c	4.42b	5.04ab	7.23cd
ปุ๋ยอินทรีย์สูตรน้ำ	DFT	8.59f	2.25f	3.74d	5.33e
	NFT	9.07f	2.5ef	2.8e	4.13f
c.v. =		10.32%	14.94%	14.21%	13.84%
สารละลายธาตุอาหาร (A)		**	**	**	**
ระบบปลูก (B)		ns	**	ns	**
AxB		ns	**	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยจาก 12 ซ้ำที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

ns = non significant at 95% level

* = significant at 95% level

** = highly significant at 99% level

ตารางที่ 3 แสดงการเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกง (ความสูงลำต้น จำนวนใบจริง ความกว้างใบ ความยาวใบ) ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 4 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	การเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกง			
			ใบ		
		ความสูง (ซม.)	จำนวนใบจริง (ใบ)	ความกว้างใบ (ซม.)	ความยาวใบ (ซม.)
สูตรมาตรฐาน	DFT	26.74b[1/]	6.08c	8.27de	12.67a
	NFT	29.0a	7.50a	11.67a	15.17a
15-15-15	DFT	16.35e	4.17d	7.21e	9.46c
	NFT	19.26c	5.83c	9.68bc	12.50b
17-17-17	DFT	16.91ed	5.67c	8.43d	11.56b
	NFT	18.51cd	6.92ab	10.53b	12.83b
24-8-16	DFT	18.97c	5.75c	9.42bcd	12.36b
	NFT	19.98c	6.83b	8.92cd	12.58b
ปุ๋ยอินทรีย์สูตรน้ำ	DFT	15.28e	3.83d	5.35f	8.21c
	NFT	10.98f	3.75d	3.53g	5.27d
c.v. =		10.92%	12.96%	16.69%	14.85%
สารละลายธาตุอาหาร (A)		**	**	**	**
ระบบปลูก (B)		ns	**	**	**
AxB		**	**	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยจาก 12 ซ้ำที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

ns = non significant at 95% level

* = significant at 95% level

** = highly significant at 99% level

ตารางที่ 4 แสดงการเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกง (ความสูงลำต้น จำนวนใบจริง ความกว้างใบ ความยาวใบ) ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 5 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	การเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกง			
			ใบ		
		ความสูง (ซม.)	จำนวนใบจริง (ใบ)	ความกว้างใบ (ซม.)	ความยาวใบ (ซม.)
สูตรมาตรฐาน	DFT	33.57b[1/]	8.25c	13.83bc	18.61b
	NFT	37.25a	9.42a	19.51a	23.83a
15-15-15	DFT	21.43f	6.08de	9.58e	12.63e
	NFT	25.46de	8.08c	13.89bc	15.99cd
17-17-17	DFT	26.43cde	8.33bc	11.42d	15.08d
	NFT	29.30c	9.25a	15.36b	18.22b
24-8-16	DFT	25.11e	8.17c	12.7cd	16.25cd
	NFT	28.41cd	9.17ab	14.45b	17.41bc
ปุ๋ยอินทรีย์สูตรน้ำ	DFT	19.99f	6.30d	7.38f	10.08f
	NFT	13.02g	5.25e	4.50g	6.37g
c.v. =		14.01%	13.34%	15.36%	13.99%
สารละลายธาตุอาหาร (A)		**	**	**	**
ระบบปลูก (B)		*	**	**	**
AxB		**	**	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยจาก 12 ซ้ำที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

ns = non significant at 95% level

* = significant at 95% level

** = highly significant at 99% level

ตารางที่ 5 แสดงการเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกง (ความสูงลำต้น จำนวนใบจริง ความกว้างใบ ความยาวใบ) ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 6 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	การเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกง			
			ใบ		
		ความสูง (ซม.)	จำนวนใบจริง (ใบ)	ความกว้างใบ (ซม.)	ความยาวใบ (ซม.)
สูตรมาตรฐาน	DFT	42.96b[1/]	11.33cd	14.84c	19.38b
	NFT	49.18a	12.50ab	20.78a	26.36a
15-15-15	DFT	27.76e	8.42e	10.23f	13.59e
	NFT	30.33de	10.67d	14.18cd	16.66cd
17-17-17	DFT	32.39d	11.83bc	12.11e	15.71d
	NFT	38.75c	13.08a	16.60b	20.10b
24-8-16	DFT	32.49d	11.33cd	12.99de	16.54cd
	NFT	36.70c	12.42abc	15.21bc	18.68bc
ปุ๋ยอินทรีย์สูตรน้ำ	DFT	21.75f	9.33e	8.17g	11.29f
	NFT	13.84g	6.50f	5.13h	6.97g
c.v. =		10.32%	11.61%	15.59%	15.34%
สารละลายธาตุอาหาร (A)		**	**	**	**
ระบบปลูก (B)		**	*	**	**
AxB		**	**	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยจาก 12 ซ้ำที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

ns = non significant at 95% level

* = significant at 95% level

** = highly significant at 99% level

ตารางที่ 6 แสดงการเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกง (ความสูงลำต้น จำนวนใบจริง ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนักสดลำต้น น้ำหนักสดราก น้ำหนักสดลำต้นและราก ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (เก็บเกี่ยวผลผลิตสัปดาห์ที่ 6 หลังจากลงระบบ)

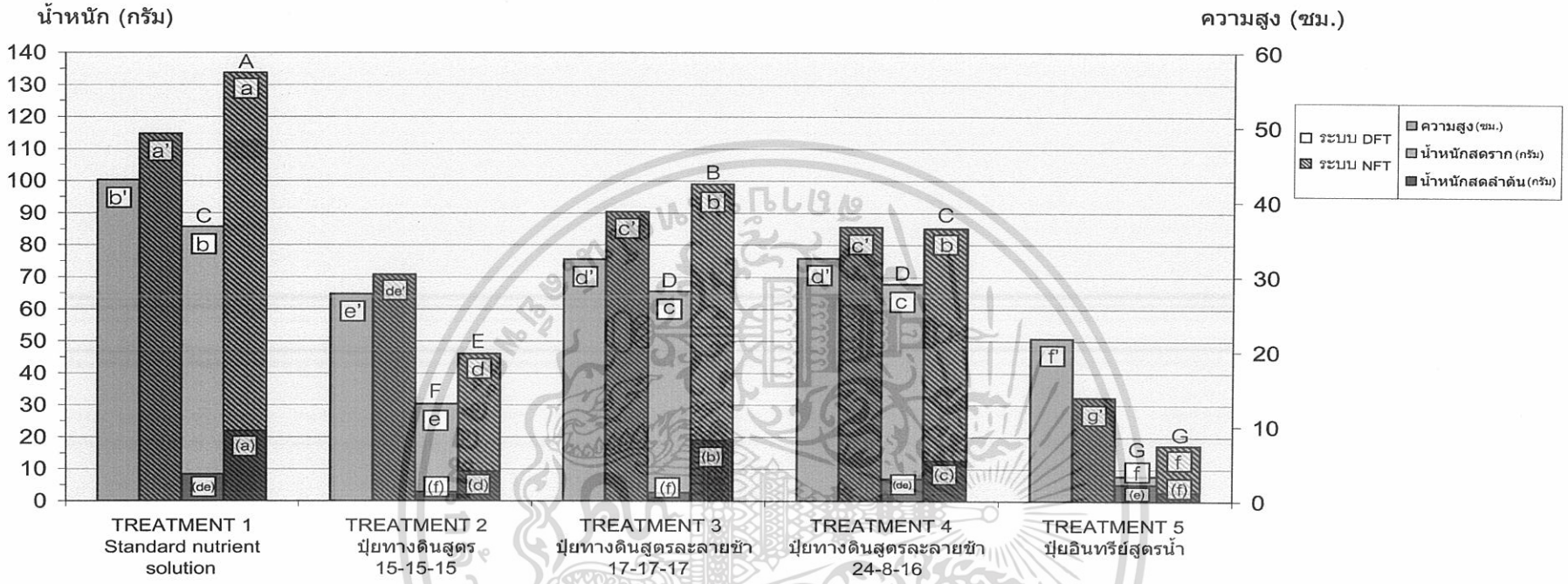
สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	การเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกง						
			ใบ					
		ความสูง (ซม.)	จำนวนใบจริง (ใบ)	ความกว้างใบ (ซม.)	ความยาวใบ (ซม.)	น้ำหนักสดลำต้น (กรัม)	น้ำหนักสดราก (กรัม)	น้ำหนักสดลำต้นและราก (กรัม)
สูตรมาตรฐาน	DFT	42.96b[1/]	11.33cd	14.84c	19.38b	77.25b	8.17de	85.41c
	NFT	49.18a	12.50ab	20.78a	26.36a	110.50a	23.25a	133.75a
15-15-15	DFT	27.76e	8.42e	10.23f	13.59e	26.68e	3.63f	30.56f
	NFT	30.33de	10.67d	14.18cd	16.66cd	36.65d	9.27d	45.92e
17-17-17	DFT	32.39d	11.83bc	12.11e	15.71d	62.11c	3.22f	65.33d
	NFT	38.75c	13.08a	16.60b	20.10b	80.37b	18.48b	98.85b
24-8-16	DFT	32.49d	11.33cd	12.99de	16.54cd	60.72c	7.12de	67.84d
	NFT	36.70c	12.42abc	15.21bc	18.68bc	72.01b	12.88c	84.88c
ปุ๋ยอินทรีย์สูตรน้ำ	DFT	21.75f	9.33e	8.17g	11.29f	11.09f	6.19e	17.28g
	NFT	13.84g	6.50f	5.13h	6.97g	4.27f	3.47f	7.74g
c.v. =		10.32%	11.61%	15.59%	15.34%	22.10%	29.91%	20.48%
สารละลายธาตุอาหาร (A)		**	**	**	**	**	**	**
ระบบปลูก (B)		**	*	**	**	**	**	**
AxB		**	**	**	**	**	**	**

1/ = ค่าเฉลี่ยจาก 12 ซ้ำที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

ns = non significant at 95% level

* = significant at 95% level

** = highly significant at 99% level



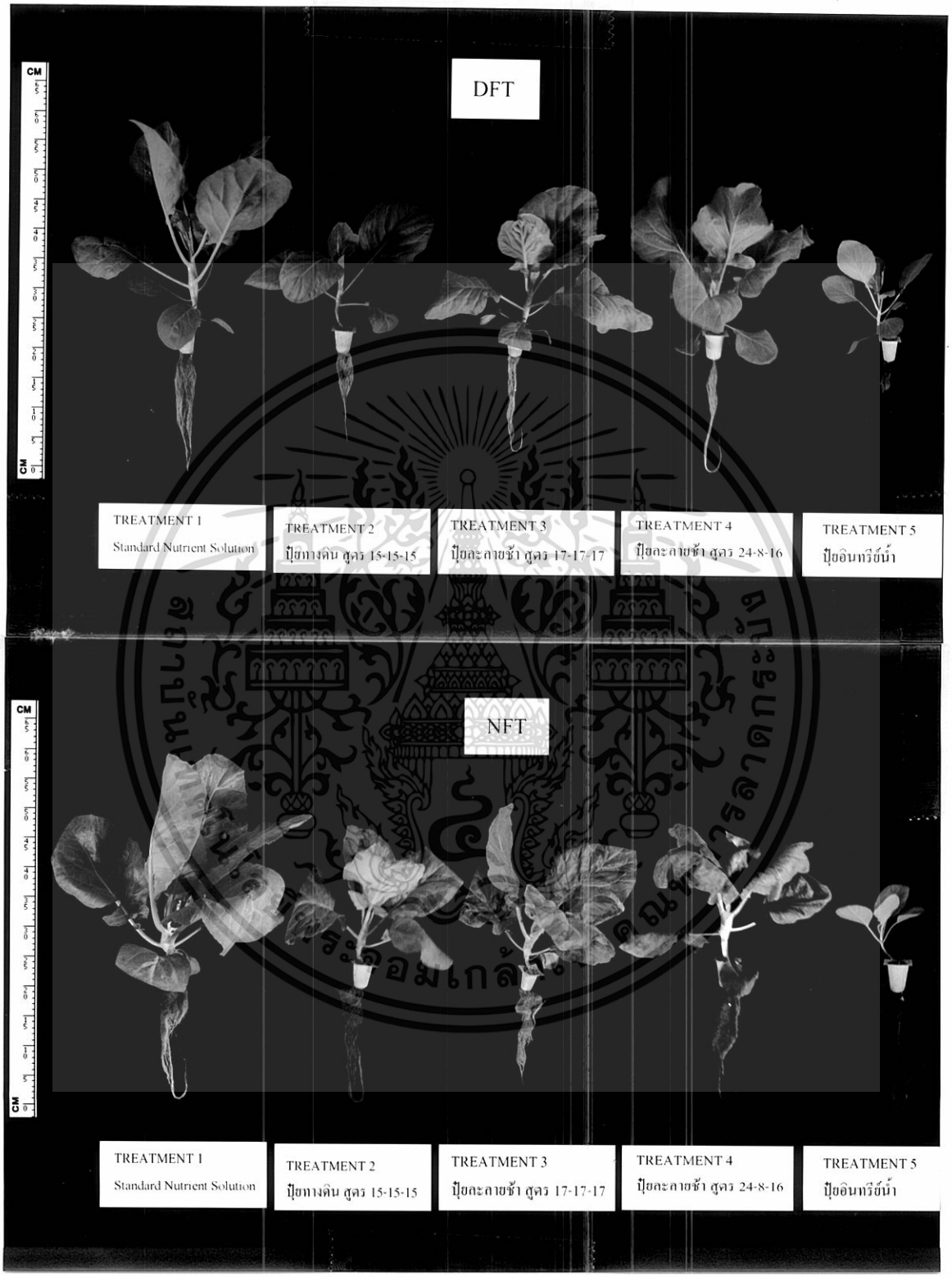
หมายเหตุ : กราฟแท่งของความสูงที่มีอักษรกำกับต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ

: กราฟแท่งของน้ำหนักรากที่มีอักษรกำกับต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ

: กราฟแท่งของน้ำหนักต้นที่มีอักษรกำกับต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ

: กราฟแท่งของน้ำหนักรวมที่มีอักษรกำกับต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ

ภาพที่ 11 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความสูงลำต้น น้ำหนักสดลำต้น น้ำหนักสดราก น้ำหนักสดลำต้นและราก ของคะน้าฮ่องกงโดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร ที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT (เก็บเกี่ยวผลผลิตสัปดาห์ที่ 6 หลังจากลงระบบ)



ภาพที่ 12 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (เก็บเกี่ยวผลผลิตสัปดาห์ที่ 6 หลังจากลงระบบ)

ภาพที่ 13 แสดงอาการขาดธาตุ ของคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยทางดิน สูตรละลายช้าช่วงสัปดาห์แรกหลังจากลงระบบ

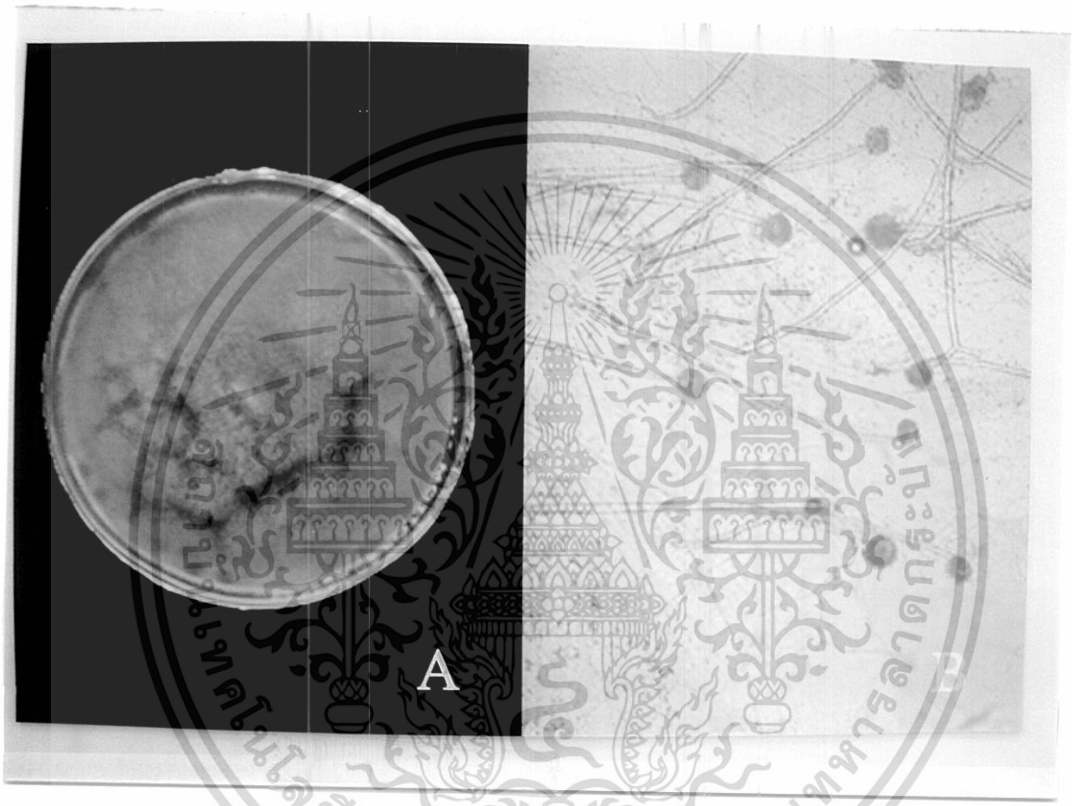
ตารางที่ 7 แสดงเชื้อราที่ตรวจพบในสารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐาน,15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 และ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT และ NFT

สารละลายธาตุอาหาร	เชื้อปนเปื้อนที่ตรวจพบ			
	ระบบ	*Aspergillus* spp.	*Pennicillium* spp.	*Trichoderma* spp.
	DFT	+	-	-
	NFT	+	+	+
สูตรมาตรฐาน	DFT	+	+	+
	NFT	+	+	+
15-15-15	DFT	+	-	+
	NFT	+	+	+
17-17-17	DFT	+	-	+
	NFT	+	+	+
24-8-16	DFT	+	+	-
	NFT	+	+	+

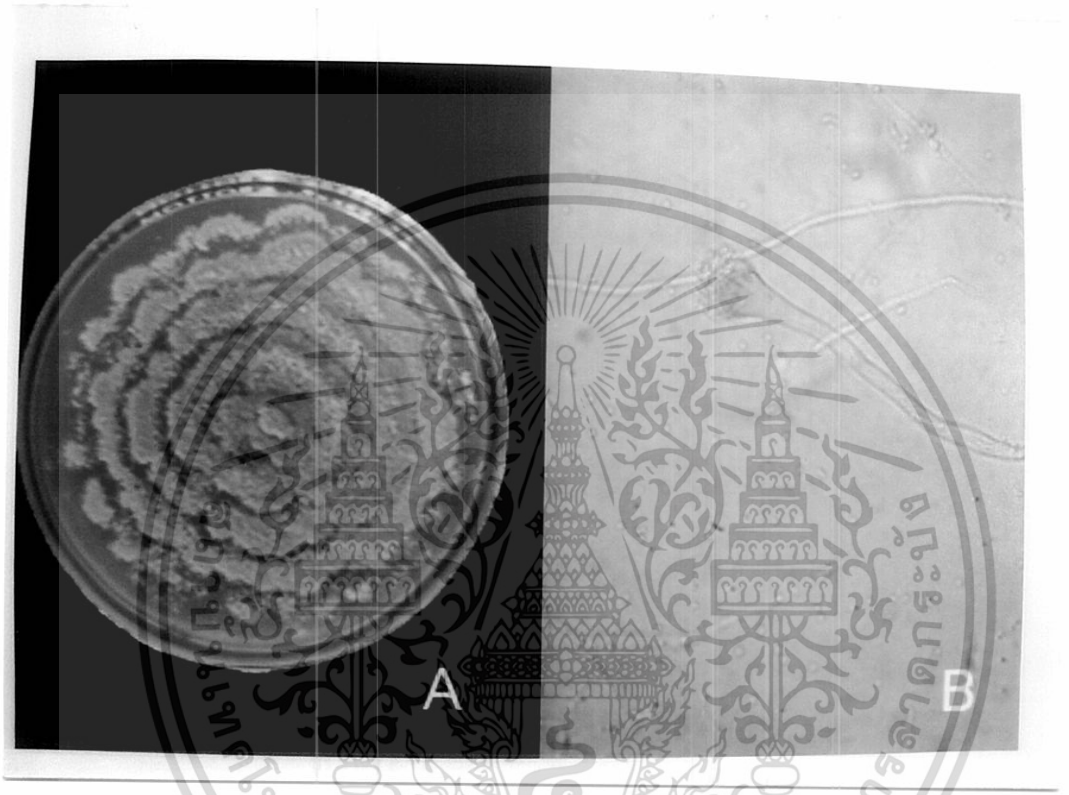
หมายเหตุ

เครื่องหมาย + แสดงถึงการตรวจพบเชื้อ

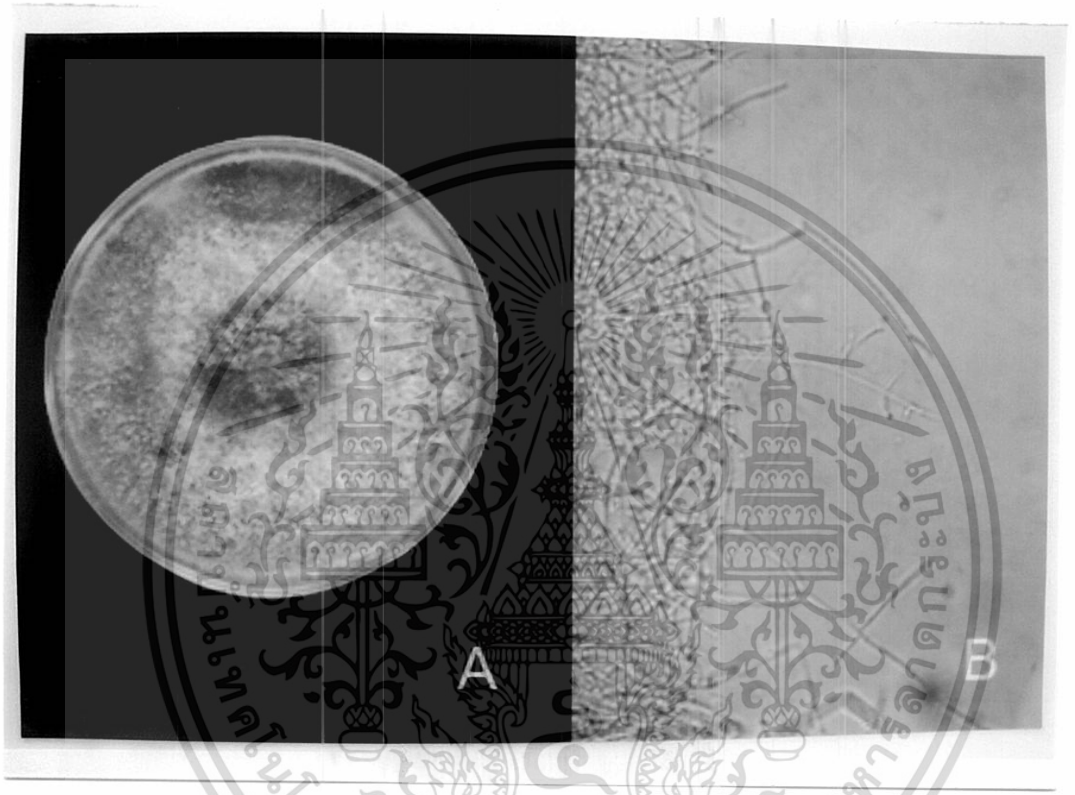
เครื่องหมาย - แสดงถึงการตรวจไม่พบเชื้อ



ภาพที่ 14 แสดงเชื้อ *Aspergillus* spp. ที่ตรวจพบในสารละลายธาตุอาหารพืช



ภาพที่ 15 แสดงเชื้อ *Penicillium* spp. ที่ตรวจพบในสารละลายธาตุอาหารพืช



ภาพที่ 16 แสดงเชื้อ *Trichoderma* spp. ที่ตรวจพบในสารละลายธาตุอาหารพืช

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยทางดินเพื่อปลูกคะน้าฮ่องกงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินรวมทั้งตรวจสอบเชื้อปนเปื้อน พบว่า ปุ๋ยทางดินสูตรละลายช้า 17-17-17 และ 24-8-16 มีแนวโน้มที่จะนำมาใช้เพื่อทดแทนสารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐานได้ผลเป็นที่น่าพอใจ กล่าวคือ การเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกง ทั้งทางด้านความสูงลำต้น จำนวนใบจริง ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนักสดลำต้น น้ำหนักสดราก และน้ำหนักสดรวม (ลำต้นและราก) ที่ได้จากการปลูกในสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยทางดินทั้งสองสูตร มีค่าใกล้เคียงกับสารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐาน สอดคล้องกับการทดลองของ พรประพา (2544) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยทางดินสูตร 13-13-21 ทดแทน Soilless fertilizer ในการเตรียมสารละลายธาตุอาหาร สำหรับปลูกผักบางชนิดใน DFT แบบเปิดและไม่เปิดอากาศ โดยทำการปลูกผักกาดหอม ผักโขม ผักกวางตุ้ง ผักขึ้นฉ่าย และผักชี พบว่าพืชผักจะเจริญเติบโตได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ทั้งนี้ การนำปุ๋ยทางดินมาใช้ยังสามารถช่วยลดต้นทุนด้านการผลิตและขจัดปัญหาในเรื่องการเตรียมสารละลายธาตุอาหารที่มีขั้นตอนยุ่งยากให้หมดไปด้วย

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าปุ๋ยทางดินสูตรต่างๆ จะมีแนวโน้มในการให้ผลผลิตที่มีค่าใกล้เคียงกับสารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐาน แต่สารละลายธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยทางดินก็มีข้อจำกัดในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงค่า pH ที่ไม่สม่ำเสมอ โดยปุ๋ยดินสูตรละลายช้า 17-17-17 และ 24-8-16 มีการเปลี่ยนแปลงค่า pH อย่างรวดเร็วและในบางครั้งมีค่าสูงถึง 8 สิ่งเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการดึงดูดธาตุอาหารบางชนิดไปใช้ของพืช พืชจึงแสดงอาการขาดธาตุออกมาให้เห็นอย่างชัดเจนในช่วงสัปดาห์แรกๆ หลังจากลงระบบ สำหรับปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15 ซึ่งให้ค่าของผลผลิตรองลงมา พบว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 4-6 ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต ค่า pH ของสารละลายธาตุอาหารจะลดลงถึง 3.5 ซึ่งเป็นค่าที่อันตรายต่อระบบรากพืชอย่างมาก และกรณีของปุ๋ยอินทรีย์สูตรน้ำซึ่งให้ค่าของผลผลิตน้อยที่สุด อาจเป็นผลจากปุ๋ยชนิดนี้เมื่อใช้กับการปลูกพืชทางดินจะช่วยส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์บริเวณเขตรากพืชให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นแต่ธาตุอาหารหลักๆ นั้นพืชต้องได้รับโดยตรงจากดิน จึงควรมีการปรับปรุงและพัฒนาวิธีการนำปุ๋ยชนิดดังกล่าวมาใช้ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินให้เหมาะสมต่อไป

ด้านการสำรวจโรคและตรวจสอบเชื้อปนเปื้อนในระบบไม่พบหรือปรากฏเชื้อรา *Phytophthora* spp. และ *Pythium* spp. แต่พบเชื้อรา *Aspergillus* spp. , *Pennicillium* spp. และ *Trichoderma* spp. ปนเปื้อนในระบบ ซึ่งเชื้อราดังกล่าวยังไม่มีรายงานว่าเป็นอันตรายต่อพืชที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแต่อย่างใด

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยทางดินเพื่อปลูกคะน้าฮ่องกงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินรวมทั้งตรวจสอบเชื้อปนเปื้อน โดยมุ่งเน้นการนำปุ๋ยทางดิน (Soil Fertilizer) มาใช้เพื่อทดแทนสารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐาน พบว่า ปุ๋ยทางดินสูตรละลายช้า 17-17-17 และ 24-8-16 สามารถนำมาใช้เพื่อทดแทนสารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐานได้ดีที่สุด สำหรับปุ๋ยสูตรอื่นๆนั้นให้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจ กล่าวคือ น้ำหนักรวมของผลผลิตที่ได้จากสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยทางดินสูตรละลายช้า 17-17-17 และ 24-8-16 มีค่าใกล้เคียงกับสารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐานมากที่สุด สำหรับระบบการปลูกพืช พบว่าคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ NFT จะให้ผลผลิตที่สูงกว่าการปลูกในระบบ DFT

การตรวจสอบเชื้อปนเปื้อนในระบบ DFT และ NFT จากสารละลายธาตุอาหารทั้ง 5 ชนิด พบเชื้อรา *Aspergillus* spp., *Pennicillium* spp. และ *Trichoderma* spp. ซึ่งเชื้อดังกล่าวไม่ได้ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชในขณะทำการปลูกแต่อย่างใด

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารอ้างอิง

กระบวน วัฒนปรีชานนท์. 2534. คู่มือการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์. ภาควิชาพฤกษศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกษม พิลึก. 2524. ผักกาดและกะหล่ำ (ผักหนาว เล่ม 1). สาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไฉน ยอดเพชร. 2542. พืชผักในตระกูลครูซิเฟอร์ (Cruciferae Crops). คณะเกษตรบางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ชลบุรี.

ดิเรก ทองอร่าม และ อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2543. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเชิงธุรกิจในประเทศไทย. โครงการความร่วมมือระหว่างสาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์กับสำนักการศึกษาต่อเนื่องมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, ภาควิชาปฐพีวิทยา, , คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ถนิมนันต์ เจนอักษร และ ศุภชัย รตโนภาส. 2538. อิทธิพลของความเข้มข้นสารละลายต่อการเจริญเติบโตของสะระแหน่ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. หน้า 103 - 123. ใน : รายงานการประชุมวิชาการผักแห่งชาติครั้งที่ 14. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สมาคมวิทยาศาสตร์การเกษตรแห่งประเทศไทย และกรมส่งเสริมการเกษตร.

ถนิมนันต์ เจนอักษร. 2538. เทคโนโลยีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. วารสารวิจัยพัฒนาการเกษตร. 2(2) : หน้า 61 – 63.

นภดล เรียบเลิศหิรัญ. 2538. การปลูกพืชไร้ดิน (Soilless Culture). ภาควิชาพฤกษศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรประพา คงตระกูล. 2544. การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยทางดินสูตร 13-13-21 เพื่อปลูกผักบางชนิดในระบบ Deep Flow Technique (DFT) แบบเปิดและไม่เปิดอากาศ. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

พรหมมาศ คูหากาญจน์. 2539. การสำรวจโรคแตงกวายุโรปในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

อารีย์ เสนานันท์สกุล. 2540. การคัดเลือกเทคนิคที่เหมาะสมในการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิคส์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตร์ศาสตร์. กรุงเทพฯ.

อารักษ์ ธีรอำพน. 2542. ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินและสูตรสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสม สำหรับการผลิตแตงเทศระยะที่ 1 ในรายงานความก้าวหน้างานวิจัยประจำปี 2542. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

อารักษ์ ธีรอำพน. 2543. ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินและสูตรสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสม สำหรับการผลิตแตงเทศระยะที่ 2 ในรายงานความก้าวหน้างานวิจัยประจำปี 2543. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

อิทธิสุนทร นันทกิจ, ดิเรก ทองอร่าม, สุมิตรา ภูวโรดม, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์, เปรมปรี ณ สงขลา. 2544. เอกสารประกอบการฝึกอบรมการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รุ่นที่ 3. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Cooper, A. 1988. The ABC of NFT. Grower books. London. 144 pp.

Dawh, A.K., Awad A.E., Gewefil S.G. and Sayed W.S. 2004. Raising *Polianthes tuberose* L. plant by Nutrient Film Technique. Horticulture Department.

Douglas, J.S. 1978. Hydroponics. 5th ed. New Delhi : Rajbandhu Industrial.

Douglas, J.S. 1988. Beginner's guide to hydroponics. Durlet & Tanner Ltd, London. 140 pp.

Eillis, C. and Swaney, M.W. 1938. Soilless Growth of Plants. New York : Reinhold.

Ehret, D.L., Menzies, J.G., Helmer, T. 2005. Production and quality of greenhouse roses in recirculating nutrient system. Scientia Horticulturae 106 : 103-113

Elmhirst, J.F. and Hudgins, E.J. 2003. First report of anthracnose of Gaultheria procumbens caused by *Colletotricum gloeosporioides*. Plant disease. 87(6) : 751

Jensen, H.M. 1999. "Hydroponics worldwide." 719-729. in Papadopoulos, A.P. Proceedings of the International Symposium Growing Media and Hydroponics. Netherlands : ISHS.

Labuschagne, N., Thomson, A.H. and Botha, W.J. 2003. First report of stem and root rot of Tomato caused by *Phytophthora capsici* in South Africa. Plant disease. 87(12) : 1540

Lin YiSheng, Huang JinHsing and Gung YuHuey. 2002. Control of Pythium root rot of vegetable pea seedling in soilless culture system. Plant pathology Bulletin. 11(4) : 221-228

Mercier, J. and Manker, D.C. 2004. Biocontrol of soil-borne diseases and plant growth enhancement in greenhouse soilless mix by the volatile-producing fungus *Muscodor albus*. Crop Protection 24 : 355-362

Resh, H.M. 1981. Hydroponics food production. Woodbridge Press Publishing Company. 325 pp.

Schwarz, M. 1995. Soilless Culture Management. Berlin Heidelberg : Springer-Verlag.

Schwarz, D. and Grosch, R. 2002. Influence of nutrient solution concentration and a root pathogen (*Pythium aphnidermatum*) on tomato root growth and morphology. Scientia Horticulturate 97 : 109-120

Song, W., Zhou, L., Yang, C., Cao, X., Zhang, L., Liu, X. 2003. Tomato Fusarium wilt and its chemical control strategies in a hydroponic system. Crop Protection 23 : 243-247

Tu, J.C. 2002. An integrated control of Pythium root rot of greenhouse tomato. pg. 209-216. In : 54th International Symposium on Crop Protection. 7 May 2002. Belgium.

Villela Junior, L.V.E., Araujo, J.A.C. de and Factor, T.L. 2004. Nutrient solution cooling Evaluation for hydroponic cultivation of strawberry plant. Engenharia agricola. 24(2) : 338-346

Zhang, W. and Tu, J.C. 2000. Effect of ultraviolet disinfection of hydroponic solutions on Pythium root rot. European Journal of Plant Pathology. 106(5) : 415-421

Zhao ZhiHong, Kusakari, S.I., Okada, K., Miyazaki, A. and Osaka, T. 2000. Control of Pythium root rot on hydroponically grown cucumber with silver-coated cloth. Bioscience, Biotechnology and biochemistry. 64(7) : 1515-1518

ภาคผนวก

สูตรสารละลายธาตุอาหาร

1 **สารละลายธาตุอาหาร** Soilless Fertilizer

สารละลายธาตุอาหารความเข้มข้น 100 เท่า ปริมาณ 10 ลิตรประกอบด้วย

Stock A

$Ca(NO_3)_2$	1,340	กรัม
KNO_3	592	กรัม
Fe-chelate	100	กรัม

Stock B

KNO_3	592	กรัม
$MgSO_4$	320	กรัม
KH_2PO_4	354	กรัม
$MnSO_4.4H_2O$	3.4	กรัม
$CuSO_4.7H_2O$	0.38	กรัม
$ZnSO_4.7H_2O$	2.30	กรัม
H_3BO_3	5.70	กรัม
Na_2MoO_4	0.24	กรัม

2 **สารละลายธาตุอาหารสูตร** 15-15-15

สารละลายธาตุอาหารสูตร 15- 15- 15 ความเข้มข้น 1000 ลิตรประกอบด้วย

$Ca(NO_3)_2$	654.76	กรัม
$MgSO_4$	118.9	กรัม
K_2SO_4	373.58	กรัม

3 **สารละลายธาตุอาหารสูตร** 17-17-17

สารละลายธาตุอาหารสูตร 17-17-17ความเข้มข้น 1000 ลิตรประกอบด้วย

$Ca(NO_3)_2$	1168.57	กรัม
$MgSO_4$	502.57	กรัม
K_2SO_4	970	กรัม

4 **สารละลายธาตุอาหารสูตร** 24-8-16

สารละลายธาตุอาหารสูตร 24- 8 16 ความเข้มข้น 1000 ลิตร ประกอบด้วย

$Ca(NO_3)_2$	1,350	กรัม
$MgSO_4$	193.43	กรัม
K_2SO_4	754.57	กรัม

5 **สารละลายปุ๋ยอินทรีย์น้ำ**

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	%

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ

อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato Dextose Agar)

ส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

Potato	200	กรัม
Dextose	18-20	กรัม
Agar	18-20	กรัม
น้ำ	1	ลิตร

สารเคมี BNPRA + Rb ในการตรวจสอบหาเชื้อ *Pythium* spp.

ส่วนประกอบของสารเคมี BNPRA + Rb

Benomyl (B)	10	ppm
Nystatin (N)	25	ppm
PCNB (P)	25	ppm
Rifanpicin (R)	10	ppm
Ampicilin (A)	500	ppm
Rose bengal (Rb)	50	ppm

สารเคมี BNPRA ในการตรวจสอบหาเชื้อ *Phytophthora* spp.

ส่วนประกอบของสารเคมี BNPRA

Benomyl (B)	10	ppm
Nystatin (N)	25	ppm
PCNB (P)	25	ppm
Rifanpicin (R)	10	ppm
Ampicilin (A)	500	ppm

อนุกรมวิธานของเชื้อ

Aspergilus spp.

ลักษณะ Colony บนอาหาร PDA (ภาพที่ 14) มีสีน้ำตาล – ดำ เจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้ออย่างสม่ำเสมอ ลักษณะของเชื้อรามร Conidia head รูปแฉก (radiate) มีสีน้ำตาล – ดำ Conidiophore หรือ Phialophore มีรูปร่างยาวผนังหนา มีสีน้ำตาลเข้ม - ดำ Phialophore พบบน Phialide มีสีเข้มกว่า Phialophore และ Conidia head รูปร่างกลม หรือเกือบกลม

อนุกรมวิธานของเชื้อ (Taxonomy) จำแนกดังนี้ (George N., 1997)

Form- Sub- Division Ascomycotina

Form- Class Plectomycetes

Form- Order Eurotiales

Form- Family Eurotiaceae

Form- Genus *Aspergilus*

Form- Species spp.

Penicillium spp.

ลักษณะ Colony ที่เจริญบนอาหาร PDA (ภาพที่ 15) มีสีเขียว และเปลี่ยนเป็นสีเทาเมื่ออายุมากขึ้น เชื้อราชนิดนี้จะสร้าง Hyphae มีลักษณะแตกแขนง (Branched) และสร้าง Penicilli จำนวนมาก พบ Sterigmata บน Penicilli และพบ Conidia มีรูปร่างกลม ผิวเรียบ และมีสีเขียวเข้มกว่า Penicilli เล็กน้อย

อนุกรมวิธานของเชื้อ (Taxonomy) จำแนกดังนี้ (George N., 1997)

Form- Sub- Division Deuteromycotina

Form- Class Hyphomycetes

Form- Order Moniliales

Form- Family Moniliaceae

Form- Genus *Penicillium*

Form- Species spp.

Trichoderma spp.

ลักษณะ Colony ที่เจริญบนอาหาร PDA (ภาพที่ 16) มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ผิวหน้ามี Aerial hyphae สีขาวและสีเขียวอ่อนกระจายทั่วๆ ไปบนอาหาร PDA Phialophore มีลักษณะเรียวยาว จะแตกแขนง (Branched) เป็น Phialide อยู่รอบๆ พบ Phialophore อยู่ที่ส่วนปลาย Phialide ลักษณะค่อนข้างกลม ผิวเรียบ มีสีเขียวเข้มกว่า Phialide เล็กน้อย

อนุกรมวิธานของเชื้อ (Taxonomy) จำแนกดังนี้ (George N., 1997)

Form- Sub- Division Deuteromycotina

Form- Class Hyphomycetes

Form- Order Moniliales

Form- Family Moniliaceae

Form- Genus *Trichoderma*

Form- Species spp.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงความสูงของคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 2 หลังลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	ความสูง (ซม.) ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	10.2	9.6	7.5	10.1	8.5	11.2	8.9	8.1	10.7	11.8	10.4	11.5	9.88
	NFT	7.2	8	8.4	10.2	9.5	8.2	9.2	9.8	8.1	10.2	9	7	8.73
15-15-15	DFT	8	9	8.8	8.2	9	10	7.9	8.3	8	8.1	8.7	8.4	8.53
	NFT	9.2	11	8.9	8.1	8.9	10	9.8	8.2	8.9	9	9.6	9.8	9.28
17-17-17	DFT	9.6	8.1	9.3	9.5	8.6	7.8	8	7	8.3	9.5	9.1	10	8.73
	NFT	7	9	9.1	10.1	9.6	8.6	9.9	7.2	8	8.3	9.5	8.5	8.73
24-8-16	DFT	8	9	8	8.5	10	7.2	9.5	7.6	8.5	6.1	8.1	8	8.21
	NFT	9.3	8.6	6.7	7	7.1	8	9.5	8.5	8.5	6.2	8.5	7.6	7.96
ปุ๋ยอินทรีย์สูตรน้ำ	DFT	7.5	8.3	8.4	6.4	7.5	7.7	6.4	5.5	7.1	7.2	7.4	9.4	7.4
	NFT	6.2	8	8.5	8	7	8	7.8	8.9	8.2	8.1	9.5	7.6	7.98

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 1

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	54.06	6.01	6.11
สารละลายธาตุอาหาร (A)	4	40.44	10.11	10.29**
ระบบปลูก (B)	1	0.004	0.004	ns
AxB	4	13.61	3.4	3.46*
Error	110	108.1	0.98	
Total	119	162.2		

C.V. = 11.6 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงความสูงของคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 3 หลังลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	ความสูง (ซม.)												
		ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	15.6	17	14.3	17.2	16.3	17.4	17.9	16.5	16.4	17.2	17.6	22.4	17.15
	NFT	15.3	14	15.2	16.8	17	14.4	17.1	18.5	14.8	17.2	16.9	15.1	16.03
15-15-15	DFT	11.6	12.3	12.4	11.5	11.4	12.4	9.2	9	9.8	10.2	10.9	10.8	10.96
	NFT	11	14	10.4	9	10.6	13	14.2	9.8	10.6	11	11.5	12	11.43
17-17-17	DFT	12.4	11.7	12.5	12.6	11.8	12.4	12.8	12.5	11.4	12.7	12.4	13.2	12.37
	NFT	10.4	13.7	11.3	11.2	10.9	14.2	11.7	11.2	10.7	11.9	12.2	11.8	11.77
24-8-16	DFT	12.9	14	12.4	13.2	14.8	11	13.2	11.4	13	10.8	12.5	13.2	12.7
	NFT	14.4	13.2	12.1	10	12.8	13.9	12.4	13.9	13.7	11.8	13.7	11.3	12.77
ปุ๋ยอินทรีย์	DFT	8.4	9.6	9.7	7.3	8.2	8.9	7.5	7.1	8	8.3	8.6	11.5	8.59
สูตรน้ำ	NFT	8.4	9	9	9	9.2	9.5	8.4	9.3	8.9	8.7	10.4	9	9.07

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 3

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	778	86.44	53.79
สารละลายธาตุอาหาร (A)	4	765.6	191.4	119.09**
ระบบปลูก (B)	1	0.62	0.62	ns
AxB	4	11.82	2.96	ns
Error	110	176.8	1.61	
Total	119	954.8		

C.V. = 10.32 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงความสูงของคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 3 หลังลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	ความสูง (ซม.) ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	26.4	28.1	24.5	29.7	28.2	24.6	22.7	28.4	23.6	26.3	27.9	30.5	26.74
	NFT	29.3	24.7	29.6	29.4	30.2	28.8	30.9	30.7	30.1	31.4	26.9	26	29
15-15-15	DFT	15.7	16.9	17.2	16.7	12.2	16.1	10.2	17.9	19.3	24.7	15.3	14	16.35
	NFT	18.6	19.7	20.2	17.4	20.5	17.3	21.4	20.9	21.4	14	21.7	18	19.26
17-17-17	DFT	16.1	17.9	16.2	18.4	15.7	16.1	16.4	17.2	16.5	18.4	17.3	16.7	16.91
	NFT	19.2	20.3	17	17	17.7	20.7	18.4	18.1	17.4	18.7	19.2	18.4	18.51
24-8-16	DFT	15.8	21.3	17.7	19.4	17.2	19	20.4	20.8	20.7	17.1	22.5	15.7	18.97
	NFT	21.8	20.4	16.9	17.2	20	21.2	19.7	21.5	21.5	19.4	21.2	19	19.98
ปุ๋ยอินทรีย์	DFT	11.1	17.2	17.8	13.6	15.3	16.4	14.4	15.2	16.4	16.8	14.8	14.3	15.28
สูตรน้ำ	NFT	12.7	11.2	10.4	10.2	10.8	12.5	10.1	10	9.4	9	12.7	12.7	10.98

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 5

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	3006	334	75.95
สารละลายธาตุอาหาร (A)	4	2792	698	158.74**
ระบบปลูก (B)	1	14.56	14.56	ns
AxB	4	199.3	49.82	11.33**
Error	110	483.7	4.4	
Total	119	3490		

C.V. = 10.92 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงความสูงของคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร(สัปดาห์ที่ 5 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	ความสูง (ซม.) ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	33.5	30.1	29.9	35.6	31.7	32	30.2	35.5	32	33.6	34	44.7	33.9
	NFT	36.5	31.7	37.7	37.3	40	35.7	41	40	37.2	41.1	34.8	34	37.25
15-15-15	DFT	19.4	22.1	22.5	21.8	14.8	18.9	14.5	25.7	28.6	30	22.9	16	21.43
	NFT	27.4	28.8	29.5	20	28.7	20.3	31.1	26	26.5	17	28.2	22	25.46
17-17-17	DFT	23.5	28.8	24.4	29.8	22.9	24.2	26.7	28	24.8	27	26.4	30.7	24.18
	NFT	26.5	34.7	25	26	26.8	35	29.6	29.3	26.6	30.7	31.3	30.1	29.3
24-8-16	DFT	23.6	28.9	21.2	23	20.1	23	26.2	28	33	20.1	34.4	19.8	25.11
	NFT	32.5	29	24.3	24.7	27.5	30.4	27.5	31.5	31.6	26	30.4	25.5	28.41
ปุ๋ยอินทรีย์	DFT	14.7	23.7	23.5	17.3	20.1	22.7	18	19	21.5	22.7	19.5	17.2	19.99
สูตรน้ำ	NFT	16.4	14	11.8	11.5	12.9	14.4	11.2	12.5	11	11	15	14.5	13.02

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 7

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	5128	569.7	42.96
สารละลายธาตุอาหาร (A)	4	4543	1136	85.62**
ระบบปลูก (B)	1	57.13	57.13	4.31*
AxB	4	528	132	9.95
Error	110	1459	13.26	
Total	119	6587		

C.V. = 14.01 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 9 แสดงความสูงของคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 6 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	ความสูง (ซม.) ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	39.2	43.7	37.2	45.3	42.5	44.7	39.4	45.8	45.2	39	43.2	50.3	42.96
	NFT	48.8	43.2	49.8	49.6	52	47.4	52.5	52.1	49.6	52.7	46.5	45.9	49.18
15-15-15	DFT	28.3	27.4	29.3	31.1	20.7	27.7	17.5	31.3	33.4	35.7	28.7	22	27.76
	NFT	32.8	33.4	33.7	25.2	33.4	26.5	35.4	30.8	31.2	20.8	33	27.7	30.33
17-17-17	DFT	29.9	34.5	30.7	35.4	29.2	30.4	32.9	34	30.9	33	31.4	36.4	32.39
	NFT	37.2	42.1	35.4	37	37.4	42.7	39.2	38.4	37.3	39.2	40.4	38.7	38.75
24-8-16	DFT	32.7	34.2	28.4	31.5	27.9	31.7	34	36.2	39	27.3	39.5	27.5	32.49
	NFT	39.8	37.5	32.4	32.8	36.5	38.4	36.7	39.5	39.5	34.9	38.2	34.2	36.7
ปุ๋ยอินทรีย์	DFT	17.1	24.6	24.4	19.7	22.7	24	20	21	22.4	23.8	21.5	19.8	21.75
สูตรน้ำ	NFT	17.8	14.2	13	12.7	13.5	14.6	12.4	13.3	12	12	15.7	14.9	13.84

ตารางภาคผนวกที่ 10 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 9

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	11219	1247	110
สารละลายธาตุอาหาร (A)	4	1024	2556	225.61**
ระบบปลูก (B)	1	157.1	157.1	13.84**
AxB	4	838.4	209.6	18.5**
Error	110	1246	11.33	
Total	119	12465		

C.V. = 10.32 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 11 แสดงความกว้างของใบคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 2 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	ความกว้าง (ซม.) ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	2.3	2.6	2.4	2.7	2.4	3	2.1	2.8	3.1	3	2.5	3.4	2.69
	NFT	2	2.2	2.3	3.2	2.9	2.6	2.7	2.4	2.2	2.5	2.3	2.1	2.45
15-15-15	DFT	3	2.1	2.5	3	3	2.5	2.7	2.4	3	3	3.6	3.2	2.83
	NFT	2.9	2.9	3	2	2.5	2.3	3.4	2.5	2.2	3.5	2.9	2.6	2.73
17-17-17	DFT	2.9	3	2.5	3	2.5	2.4	3	3.1	2.5	2.5	3	2.5	2.74
	NFT	2.1	2.4	2.6	2.2	2.2	2.2	2	2.1	2.2	2.3	2.6	2.7	2.3
24-8-16	DFT	2.9	3.9	2.5	2.6	2.3	2.5	3	2.6	2.6	2.4	2.6	2.4	2.69
	NFT	2	2.3	2.2	2.5	2	2.7	2.3	2.5	2.2	2	2.9	1.9	2.29
ปุ๋ยอินทรีย์	DFT	2.3	2.5	2.2	1.2	2.3	2.1	2.2	2.4	2.2	1.8	2	2.2	2.12
สูตรน้ำ	NFT	2	1.7	2.2	2.1	2	2.1	2.2	2.2	2.4	1.9	2.5	2.1	2.12

ตารางภาคผนวกที่ 12 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 10

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	8.08	0.9	7.41
สารละลายธาตุอาหาร (A)	4	5.53	1.38	11.4**
ระบบปลูก (B)	1	1.7	1.7	14.06**
AxB	9	0.85	0.21	1.75*
Error	110	13.33	0.12	
Total	119	21.41		

C.V. = 13.95 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 13 แสดงความกว้างของใบคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 3 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	ความกว้าง (ซม.)												
		ต้นที่												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	4.7	5.3	4.5	4.8	4.8	4.2	3.8	4.2	5	4.4	4.3	4.8	4.57
	NFT	4.1	5.8	3.6	6	6.5	6	6.2	6	4.6	6	4.6	4.3	5.31
15-15-15	DFT	4.2	3.8	3.7	4.9	4	3.9	3.9	4.7	5	5.8	5.3	4.4	4.47
	NFT	5	5	5	4.4	5.7	5.4	6.8	5.4	5.5	6.8	5	5.4	5.45
17-17-17	DFT	4.1	4.2	4.8	4.1	4.7	4.6	5.2	5.7	5.8	5.2	5.4	6	4.98
	NFT	6.7	3.5	3.7	3.1	3.5	3.7	3.8	2.9	3.5	3.7	4.2	3.5	3.82
24-8-16	DFT	4.1	5.7	5.7	5.3	5.1	5.1	5.2	4.8	6.6	4.7	5.3	5.2	5.23
	NFT	5	5.4	5.3	5.4	4.8	5.6	4.5	5.3	4.6	4.4	5.4	4.8	5.04
ปุ๋ยอินทรีย์	DFT	3.6	4.1	3.9	4	4	3.7	3.7	3.8	4	3.3	3.1	3.7	3.74
สูตรน้ำ	NFT	2.7	2.9	3	3	2.5	2.6	3	3	2.7	2.5	2.9	2.8	2.8

ตารางภาคผนวกที่ 14 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 12

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	78.5	8.72	20.96
สารละลายธาตุอาหาร (A)	4	55.69	13.92	33.46**
ระบบปลูก (B)	1	0.4	0.4	ns
AxB	4	22.41	5.6	13.47**
Error	110	45.77	0.42	
Total	119	124.3		

C.V. = 14.21 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 15 แสดงความกว้างของใบคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 4 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	ความกว้าง (ซม.) ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	8.5	7.5	8.5	8	8.7	6.2	8.5	8.8	8.4	8	7.8	10.3	8.27
	NFT	9.2	11.8	8.5	14	14.5	14	14.1	13.8	10.5	9.6	9	11	11.67
15-15-15	DFT	7.1	7.4	7.8	7.7	4.9	6.2	6.1	7.3	8.9	9	8.4	5.7	7.21
	NFT	9.3	8.7	8.6	7.2	9.4	8.2	14.3	8.8	9.1	10.3	11.8	10.4	9.68
17-17-17	DFT	5.8	8	8.1	8.4	8.1	8.2	8.7	8.8	7.1	9.4	8.1	12.4	8.43
	NFT	10	11.5	10.2	8	10.5	10	11.5	9	13	11.2	10.4	11	10.53
24-8-16	DFT	7.4	11	8.4	10.1	9.8	10.4	9.4	9.1	11.1	6.3	10.2	9.8	9.42
	NFT	9	9.2	9.1	8.8	8.9	9.1	8.6	9.3	8.8	8.5	9.5	8.2	8.92
ปุ๋ยอินทรีย์	DFT	3.9	7.2	5	5.2	5.4	4.1	4.3	5	6	7.7	5.4	5	5.35
สูตรน้ำ	NFT	3.4	4.1	4.7	3.9	2.8	3.2	3.6	3.7	3.1	3.2	3.2	3.4	3.53

ตารางภาคผนวกที่ 16 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 13

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	630.2	70.02	36.5
สารละลายธาตุอาหาร (A)	4	476.4	119.1	62.08**
ระบบปลูก (B)	1	38.19	38.19	19.91**
AxB	4	115.6	28.9	15.07**
Error	110	211	1.92	
Total	119	841.2		

C.V. = 16.69 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 17 แสดงความกว้างของใบคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 5 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	ความกว้าง (ซม.) ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	13.1	14.6	12.2	12.8	13.8	10.7	13.2	15.4	12.7	14.5	14.2	18.8	13.83
	NFT	19.2	16.1	16	20.6	22	19	20	19	19	24.6	18	20.6	19.51
15-15-15	DFT	9	9.2	9	10	5.5	8	7.7	9.4	13.5	13	12.5	8.2	9.58
	NFT	15.2	13	17.5	12.2	15.8	11	17	13	11	12.4	15	13.6	13.89
17-17-17	DFT	7.1	12.2	12.2	13	12	10.7	12.2	10.4	9	11.8	10.4	16	11.42
	NFT	14.5	15	14.7	13.9	14.5	17.2	13.1	14.8	20	15.3	16	15.3	15.36
24-8-16	DFT	10.5	15.3	12	11.2	13.1	12.6	12.6	13.2	15.5	9.5	13.4	13.5	12.7
	NFT	16.6	13.7	13.3	12.9	12.5	14.7	15.8	14.5	16.1	14.1	15.5	13.7	14.45
ปุ๋ยอินทรีย์	DFT	4.2	9.9	7	7	7.7	6.6	6.7	7.7	8.1	9.6	7.1	6.9	7.38
สูตรน้ำ	NFT	3.9	4.8	5.4	4.7	3.7	4	5	4.2	3.6	4	5.9	4.8	4.5

ตารางภาคผนวกที่ 18 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 15

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	1970.66	218.96	61.73
สารละลายธาตุอาหาร (A)	4	1504.87	376.22	106.06**
ระบบปลูก (B)	1	196.61	196.61	55.43**
AxB	4	269.19	67.3	18.97**
Error	110	390.18	3.55	
Total	119	2360.84		

C.V. = 15.36 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 19 แสดงความกว้างของใบคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 6 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	ความกว้าง (ซม.) ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	14	14.6	13.2	13	14.2	13	14.3	16.3	14.9	15.4	15.2	20	14.84
	NFT	20	17.3	18.1	22.5	23	20.4	20.7	20.7	19.3	25	19.7	22.6	20.78
15-15-15	DFT	9.4	9.4	9.4	10.3	6.2	8.4	7.9	9.8	15	13.6	14	9.3	10.23
	NFT	16.1	13.4	17.9	12.2	17	11	17	13	11	12.5	15.4	13.6	14.18
17-17-17	DFT	8	13	12.4	13.4	12.1	10.8	13.1	10.7	9.3	12	13	17.5	12.11
	NFT	16.6	17.5	15.7	15.3	14.5	20.5	13.8	15.4	20	15.6	19	15.3	16.6
24-8-16	DFT	11.2	16	12.1	11.3	13.1	13	12.6	13.2	17	9.5	13.4	13.5	13
	NFT	18.6	13.7	15.1	13	13.5	14.9	15.8	15	16.4	15	16	15.5	15.21
ปุ๋ยอินทรีย์สูตรน้ำ	DFT	4.9	10.2	8.2	7.6	8.4	6.8	7.4	9.3	8.7	11.3	8	7.2	8.17
	NFT	4.4	4.9	5.7	4.9	5	4.1	6	4.3	5.9	4.1	6.1	6.1	5.13

ตารางภาคผนวกที่ 20 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 17

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	2123.13	235.9	57.23
สูตรปุ๋ยทางดิน (A)	4	1612.25	403.06	97.79**
ระบบปลูก (B)	1	220.32	220.32	53.45**
AxB	4	290.56	72.64	17.62**
Error	110	453.39	4.12	
Total	119	2576.52		

C.V. = 15.59 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 21 แสดงความยาวของใบคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 2 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	ความยาว (ซม.) ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	4.1	4.8	3.4	4.3	3.2	4.4	4.8	4.1	4.4	4.4	3.9	5.3	4.26
	NFT	2.8	3	3.7	4.7	4.5	4	4.7	3.6	3.5	4	3.7	2.9	3.76
15-15-15	DFT	4.5	3.9	3.6	3.5	3.5	3.6	3.9	4.1	4	4	4.5	4.2	3.94
	NFT	4.4	4.6	5	3	4	3.9	5.1	4	3.6	4.8	3.8	4.3	4.21
17-17-17	DFT	4.1	4	4	4.4	4.2	3.3	4.1	4.4	4.2	3.6	4.1	3.5	4
	NFT	4	3.7	3.6	3.2	3.9	4	4	2.9	3.9	3.8	3	3.7	3.64
24-8-16	DFT	3.6	5.1	3.5	4	3.4	4	4.6	4.4	4	3.5	4.5	3.6	4.02
	NFT	3.3	4.3	3.9	3.7	3.5	4.2	3.5	3.4	3.4	3.4	3.6	3.2	3.62
ปุ๋ยอินทรีย์	DFT	3.5	4	3.6	2.9	3	3.1	3.5	3.3	3.5	2.6	3.1	3.2	3.28
สูตรน้ำ	NFT	3.5	2.8	3.8	3.4	2.8	3.6	2.9	3.8	3.4	3.2	3.4	3	3.3

ตารางภาคผนวกที่ 22 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 19

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	12.8	1.42	6.38
สารละลายธาตุอาหาร (A)	4	9.17	2.3	10.29**
ระบบปลูก (B)	1	1.1	1.1	4.95*
AxB	4	2.52	0.63	2.83*
Error	110	24.51	0.22	
Total	119	37.31		

C.V. = 12.42 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 23 แสดงความยาวของใบคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 3 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	ความยาว (ซม.) ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	6.9	6.4	7.2	8.1	7	8.3	9.1	8.8	8.4	8.2	8.7	9.2	8.03
	NFT	6.5	7	8	8.7	8.4	8.2	8.7	9.5	7.8	8	8	7	7.98
15-15-15	DFT	7.3	7.1	6.4	6.2	4.3	5.8	5.7	6	9	9.1	8	6.1	6.75
	NFT	7	7	9	6.5	6.6	6.4	9	7.2	6.2	8.7	6.2	6.9	7.23
17-17-17	DFT	6.7	9.3	9.2	9.4	9	9.4	9	9.4	9.5	8.4	9.7	9.1	9.01
	NFT	5.8	4.7	5	4.5	5.8	4.7	5	3.8	5	5.5	5.8	5.6	5.1
24-8-16	DFT	8.2	9.8	8.2	8.2	9.1	8.2	7.6	9.7	10.8	4.9	10.1	7.4	8.52
	NFT	7	7.6	7.2	7	7.4	7.4	6.8	7.2	7.5	7.2	7.6	6.9	7.23
ปุ๋ยอินทรีย์	DFT	4.7	7.7	5.8	4.9	5.2	5.4	5.4	5.4	5.8	4.2	4.8	4.6	5.33
สูตรน้ำ	NFT	4.2	4.1	4.7	4.5	3.4	3.9	3.3	4.6	4.2	4	4.4	4.2	4.13

ตารางภาคผนวกที่ 24 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 21

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	277.8	30.87	33.56
สารละลายธาตุอาหาร (A)	4	166.26	41.57	45.19**
ระบบปลูก (B)	1	42.6	42.6	46.32**
AxB	4	68.93	17.23	18.74**
Error	110	101.17	0.92	
Total	119	378.97		

C.V. = 13.84 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 25 แสดงความยาวของใบคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 4 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	ความยาว (ซม.) ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	15	11	12	14	12.5	10.5	14	11.9	11	12.7	12.4	15	12.67
	NFT	13.6	12	14.5	17.2	17	16.8	17	17.4	15	15.5	14	12	15.17
15-15-15	DFT	9.2	9	8.7	9.4	6.2	8.1	7.4	9.2	13.7	12.9	11.4	8.3	9.46
	NFT	12.4	12.1	14.5	9.1	13.2	11.8	15.7	11.4	11.6	12.4	13.1	12.7	12.5
17-17-17	DFT	9.3	11.7	10	12.2	11.2	11	13	11.2	10.9	12	11	15.2	11.56
	NFT	13	14	12.8	10	12	12	14	10	15	14	13	14.2	12.83
24-8-16	DFT	10.4	15.2	11	11.4	12.5	11.9	12.1	14.5	15.2	8.1	15.8	10.2	12.36
	NFT	14	13	13.4	11.4	12.3	13	13.1	13.4	9.6	12.8	13.2	11.7	12.58
ปุ๋ยอินทรีย์	DFT	6.4	10.8	8.7	7.7	9.8	7	8.1	7.1	9.4	9.3	7.2	7	8.21
สูตรน้ำ	NFT	5.9	6	5.5	5.2	4	4.3	5	5.3	5.3	4.7	6	6	5.27

ตารางภาคผนวกที่ 26 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 23

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	873.08	97.01	34.72
สารละลายธาตุอาหาร (A)	4	718.12	179.53	64.26**
ระบบปลูก (B)	1	20.09	20.09	7.19**
AxB	4	134.88	33.72	12.07**
Error	110	307.33	2.79	
Total	119	1180.41		

C.V. = 14.85 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 27 แสดงความยาวของใบคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 5 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	ความสูง (ซม.) ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	20	18	18.6	17.2	17.3	15.4	16.6	18.2	17.7	19.1	20.5	24.7	18.61
	NFT	21	19.3	22.2	26.1	26	25.5	23.4	26.1	23	29.1	22	22.2	23.83
15-15-15	DFT	12.5	12.6	11.9	12	7.1	10.6	9.7	14	17.1	17.8	15.2	11	12.63
	NFT	16.5	17	20	13.3	17	14.1	18.3	16.1	15.2	13.5	16	14.9	16
17-17-17	DFT	12.7	16.4	14.5	17.5	13.7	13.8	17	14.5	13.1	15.1	14.3	18.3	15.08
	NFT	16.8	19.2	16.5	15.4	17.3	22.6	16.7	17.3	21.3	19	19	17.5	18.22
24-8-16	DFT	13.1	18.9	16	15	17	16.4	15.8	17.3	20.3	10.4	20.5	14.3	16.25
	NFT	19.7	18.7	16.8	15.8	16.3	17.1	19.5	17.8	16.9	18.5	15.2	16.6	17.41
ปุ๋ยอินทรีย์สูตรน้ำ	DFT	8	11.8	10.5	9.1	11.2	9.5	10	9.7	11.2	11.3	9.6	9	10.08
	NFT	6.5	7	6.2	6.6	4.5	6.9	6.4	6.2	5.8	5.3	8	7	6.37

ตารางภาคผนวกที่ 28 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 25

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	2544.69	282.74	60.55
สารละลายธาตุอาหาร (A)	4	2163.62	540.9	115.83**
ระบบปลูก (B)	1	101.02	101.02	21.63**
AxB	4	280.05	70.01	14.99**
Error	110	513.67	4.67	
Total	119	3058.36		

C.V. = 13.99 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 29 แสดงความยาวของใบคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 6 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	ความยาว (ซม.) ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	20	19.4	16	17.3	20.5	16.4	18.5	19.3	19.9	19.2	21	25.1	19.38
	NFT	24	21	24	28	26.5	27.6	26.8	31	23.2	34	23.6	26.6	26.36
15-15-15	DFT	13.7	12.6	13	12.6	8.3	12.1	9.2	14.3	19.5	19.5	16.3	12	13.6
	NFT	19	17	21	13.5	19.3	14.4	18.5	17.1	15.2	13.5	16.3	15.1	16.66
17-17-17	DFT	12.8	17.6	15.6	17.7	13.8	14	17	14.5	13.1	17	14.4	21	15.71
	NFT	19.1	24.9	18	19.4	17.9	23.2	17.5	19	21.3	21	22.4	17.5	20.1
24-8-16	DFT	12.7	20.4	16	15.3	17	17.2	15.8	18	20.9	10.4	20.5	14.3	16.54
	NFT	22.5	19	18.5	16.5	16.7	17.5	20	19	19	19	18.2	18.2	18.68
ปุ๋ยอินทรีย์	DFT	8.7	14	12	9.5	11.8	10.8	11.2	11.5	12	14.1	10.5	9.4	11.3
สูตรน้ำ	NFT	7.2	7.1	7.6	6.6	6.5	7	7	6.3	6.6	5.6	8.2	7.9	6.97

ตารางภาคผนวกที่ 30 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 27

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	3003.68	333.74	51.93
สารละลายธาตุอาหาร (A)	4	2400.09	600.02	93.36**
ระบบปลูก (B)	1	179.83	179.83	27.98**
AxB	4	423.76	105.94	16.48**
Error	110	706.98	6.43	
Total	119	3710.66		

C.V. = 15.34 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 31 แสดงจำนวนใบจริงของคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 2 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	จำนวนใบจริง (ใบ) ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2.08
	NFT	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
15-15-15	DFT	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2.08
	NFT	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.08
17-17-17	DFT	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2.17
	NFT	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2.17
24-8-16	DFT	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2.08
	NFT	2	2	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2.25
ปุ๋ยอินทรีย์	DFT	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
สูตรน้ำ	NFT	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2.08

ตารางภาคผนวกที่ 32 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 29

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	0.63	0.07	0.76
สารละลายธาตุอาหาร (A)	4	0.38	0.09	1.04*
ระบบปลูก (B)	1	0.03	0.03	0.36*
AxB	4	0.22	0.05	0.59*
Error	110	10.17	0.09	
Total	119	10.8		

C.V. = 11.6 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 33 แสดงจำนวนใบจริงของคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 3 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	จำนวนใบจริง (ใบ) ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	4	4	4	4	5	3	4	5	4	4	4	4	4.08
	NFT	5	6	5	5	5	6	5	5	6	5	6	5	5.33
15-15-15	DFT	3	3	2	2	4	3	3	3	2	4	2	2	2.75
	NFT	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4.17
17-17-17	DFT	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3.25
	NFT	4	5	4	5	4	4	5	5	4	4	4	5	4.42
24-8-16	DFT	4	4	4	4	4	5	4	4	3	3	5	3	3.92
	NFT	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4.42
ปุ๋ยอินทรีย์	DFT	2	3	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2.25
สูตรน้ำ	NFT	3	3	3	4	2	2	2	2	2	2	2	3	2.5

ตารางภาคผนวกที่ 34 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 31

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	105.04	11.67	38.04
สารละลายธาตุอาหาร (A)	4	73.58	18.4	59.96**
ระบบปลูก (B)	1	25.21	25.21	82.16**
AxB	4	6.25	1.56	5.09**
Error	110	33.75	0.31	
Total	119	138.79		

C.V. = 14.94 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 35 แสดงจำนวนใบจริงของคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 4 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	จำนวนใบจริง (ใบ)												
		ต้นที่												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	5	6	6	6	7	5	6	8	6	7	5	6	6.08
	NFT	7	9	7	7	7	8	7	7	9	7	8	7	7.5
15-15-15	DFT	4	4	4	4	6	4	4	5	4	5	3	3	4.17
	NFT	6	7	6	6	5	6	6	5	6	5	7	5	5.83
17-17-17	DFT	5	6	5	5	6	7	5	6	6	5	6	6	5.67
	NFT	6	7	7	8	7	7	8	7	6	7	6	7	6.92
24-8-16	DFT	6	6	7	6	5	7	5	5	5	5	7	5	5.75
	NFT	7	6	7	8	7	7	6	8	6	7	7	6	6.83
ปุ๋ยอินทรีย์	DFT	3	4	4	4	3	4	3	4	5	4	4	4	3.83
สูตรน้ำ	NFT	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3.75

ตารางภาคผนวกที่ 36 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 33

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	189.2	21.02	39.42
สารละลายธาตุอาหาร (A)	4	144.03	36.01	67.52**
ระบบปลูก (B)	1	34.13	34.13	64**
AxB	4	11.03	2.76	5.17**
Error	110	58.67	0.53	
Total	119	247.07		

C.V. = 12.96 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 37 แสดงจำนวนใบจริงของคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 5 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	จำนวนใบจริง (ใบ) ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	7	8	8	8	9	7	8	11	8	9	8	8	8.25
	NFT	9	11	9	9	9	10	9	9	10	9	10	9	9.42
15-15-15	DFT	5	6	6	5	7	7	6	8	6	8	5	4	6.08
	NFT	7	8	9	9	8	10	8	8	8	6	9	7	8.08
17-17-17	DFT	7	9	8	8	9	10	8	8	9	7	8	9	8.33
	NFT	8	9	9	10	9	9	12	10	8	9	8	10	9.25
24-8-16	DFT	8	9	9	8	6	10	6	7	8	7	11	9	8.17
	NFT	9	9	9	10	10	9	8	12	8	9	9	8	9.17
ปุ๋ยอินทรีย์	DFT	5	7	7	7	6	7	5	6	7	6	6	7	6.33
สูตรน้ำ	NFT	6	6	5	5	4	5	5	6	5	5	5	6	5.25

ตารางภาคผนวกที่ 38 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 35

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	226.5	25.17	23.04
สูตรปุ๋ยทางดิน (A)	4	176.25	44.06	40.33**
ระบบปลูก (B)	1	19.2	19.2	17.58**
AxB	4	31.05	7.76	7.11**
Error	110	120.17	1.09	
Total	119	346.67		

C.V. = 13.34 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 39 แสดงจำนวนใบจริงของคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 6 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	จำนวนใบจริง (ใบ) ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	10	11	11	12	12	10	11	15	11	11	11	11	11.33
	NFT	11	15	11	12	13	15	12	12	12	12	12	13	12.5
15-15-15	DFT	9	7	8	8	8	9	7	11	9	11	7	7	8.42
	NFT	11	9	14	12	11	10	10	10	11	9	11	10	10.67
17-17-17	DFT	10	11	11	11	12	13	12	12	12	11	13	14	11.83
	NFT	13	12	12	13	11	13	16	15	13	12	13	14	13.08
24-8-16	DFT	11	11	11	10	10	13	10	11	12	10	15	12	11.33
	NFT	11	13	12	14	13	12	14	12	12	12	12	12	12.42
ปุ๋ยอินทรีย์	DFT	7	9	10	10	10	10	8	10	11	8	9	10	9.33
สูตรน้ำ	NFT	8	7	6	6	6	7	6	6	5	7	7	7	6.5

ตารางภาคผนวกที่ 40 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 37

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	463.91	51.55	33.14
สูตรปุ๋ยทางดิน (A)	4	360.78	90.2	57.99**
ระบบปลูก (B)	1	10.21	10.21	6.56*
AxB	4	92.92	23.23	14.94**
Error	110	171.08	1.56	
Total	119	634.99		

C.V. = 11.61 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 41 แสดงน้ำหนักสดของลำต้นคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 6 หลังจากลงระบบ)

สารลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	น้ำหนักลำต้น (กรัม) ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	84.5	93.51	73.15	64.33	70.16	72.03	85.43	80.7	54.14	82.25	73.46	93.28	77.25
	NFT	117.3	109.2	92.41	95.37	139.3	152.2	120.7	102	97.2	87.53	117.9	94.87	110.5
15-15-15	DFT	31.46	16.89	41.65	29.63	26.8	17.54	16.96	29.65	31.93	40.92	18.07	18.68	26.68
	NFT	48.68	39.28	57.01	34.4	58.2	20.41	29.78	35.46	16.49	26.08	38.04	35.95	36.65
17-17-17	DFT	49.91	73.92	62.3	54.22	72.3	84.2	57.56	53.71	59.21	63.2	54.1	60.73	62.11
	NFT	85.75	93.34	70.94	70.79	56.92	72.73	68.37	79.05	90.55	105.4	95.3	75.29	80.37
24-8-16	DFT	67.3	72.59	58.32	42.93	68.81	49.8	49.21	75.94	78.3	42.12	59.96	63.36	60.72
	NFT	51.85	70.14	45.38	71.37	89	67.76	69.19	94.06	69.69	79.22	75.99	80.44	72.01
ปุ๋ยอินทรีย์	DFT	8.79	19.09	12.38	10.54	11.19	8.86	7.53	9.33	16.17	12.48	7.95	8.82	11.09
สูตรน้ำ	NFT	4.62	5.05	5.59	4.6	5.09	4.35	3.83	3.43	2.61	3.02	6.18	2.85	4.27

ตารางภาคผนวกที่ 42 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 39

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	122691.72	13632.41	95.11
สารลายธาตุอาหาร (A)	4	112416.96	28104.24	196.07**
ระบบปลูก (B)	1	5217.7	5217.7	36.4**
AxB	4	5057.06	1264.26	8.82**
Error	110	15766.9	143.34	
Total	119	138458.62		

C.V. = 22.10 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 43 แสดงน้ำหนักสดของรากคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 6 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	น้ำหนักราก (กรัม) ต้นที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	4.82	9.25	6.45	10.05	6.7	7.18	6.98	8.76	9.85	9.71	7.96	10.32	8.17
	NFT	17.37	24.01	15.23	25.34	23.97	29.88	15.71	21.14	22.78	22.66	29.79	31.1	23.25
15-15-15	DFT	3.66	2.61	3.69	3.25	1.93	3.98	2.06	3.33	5.5	5.73	5.31	2.52	3.63
	NFT	7.97	9.75	9.78	7.42	12.17	9.85	13.31	9.59	6.48	6.05	10.47	8.44	9.27
17-17-17	DFT	1.49	5.38	2.94	3.68	4.01	2.87	2.88	3.2	3.1	3.66	3.36	2.08	3.22
	NFT	12.91	30.25	18.65	16.33	14.69	22.19	13.05	21.8	23.78	17.11	14.98	15.98	18.48
24-8-16	DFT	5.96	11.45	6.61	5.88	4.85	7.42	5.87	7.08	8.87	4.3	11.05	6.14	7.12
	NFT	12.4	13.36	8.02	12.17	16.16	13.3	16.53	15.53	9.8	12.6	12.56	12.08	12.88
ปุ๋ยอินทรีย์	DFT	3.93	5.13	5.51	7.05	6.82	8.5	5.68	5.88	5.1	6.08	6.44	8.16	6.19
สูตรน้ำ	NFT	1.98	2.39	6.56	6.6	1.67	2.96	2.63	4.24	1.6	2.72	6.07	2.19	3.47

ตารางภาคผนวกที่ 44 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 41

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	4915.69	546.19	66.71
สารละลายธาตุอาหาร (A)	4	1720.92	430.23	52.55**
ระบบปลูก (B)	1	1825.9	1825.9	223.02**
AxB	4	1368.87	342.22	41.8**
Error	110	900.6	8.19	
Total	119	5816.29		

C.V. = 29.91 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

ตารางภาคผนวกที่ 45 แสดงน้ำหนักสดของลำต้นและรากคะน้าฮ่องกงที่ปลูกในระบบ DFT และ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (สัปดาห์ที่ 6 หลังจากลงระบบ)

สารละลายธาตุอาหาร (ปัจจัย A)	ระบบปลูก (ปัจจัย B)	น้ำหนักลำต้นและราก (กรัม)												
		ต้นที่												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
สูตรมาตรฐาน	DFT	89.32	102.8	79.6	74.38	76.86	79.21	92.41	89.46	63.99	91.96	81.42	103.6	85.41
	NFT	134.7	133.2	107.6	120.7	163.3	182.1	136.4	123.2	120	110.2	147.7	126	133.8
15-15-15	DFT	35.12	22.5	45.34	32.84	28.73	21.52	19.02	32.95	37.43	46.65	23.38	21.2	30.56
	NFT	56.65	49.03	66.78	41.82	70.37	30.26	43.09	45.05	22.97	32.13	48.51	44.39	45.92
17-17-17	DFT	51.4	79.3	65.24	57.9	76.31	87.07	60.44	56.91	62.31	66.86	57.46	62.81	65.33
	NFT	98.66	123.6	89.59	87.12	71.61	94.92	81.42	100.9	114.3	122.6	110.3	91.27	98.85
24-8-16	DFT	73.26	84.04	64.93	48.81	73.66	57.22	55.08	83.02	87.17	46.42	71.01	69.5	67.84
	NFT	64.25	83.5	53.4	83.54	105.2	81.06	85.72	109.6	79.49	91.82	88.55	92.52	84.88
ปุ๋ยอินทรีย์	DFT	12.72	24.22	17.89	17.59	18.01	17.36	13.21	15.21	21.27	18.56	14.39	16.98	17.28
สูตรน้ำ	NFT	6.6	7.44	12.15	11.2	6.76	7.31	6.46	7.67	4.21	5.74	12.25	5.04	7.74

ตารางภาคผนวกที่ 46 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของตารางภาคผนวกที่ 43

S.V.	DF	SS	MS	F
Treatment	9	165395.08	18377.23	107.76
สารละลายธาตุอาหาร (A)	4	140934.31	35233.58	206.6**
ระบบปลูก (B)	1	13155.14	13155.14	77.14**
AxB	4	11305.63	2826.41	16.57**
Error	110	18759.62	170.54	
Total	119	184154.71		

C.V. = 20.48 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level