



ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยทางดินเพื่อปลูกผักบุ้งจีน (*Ipomoea aquatica* var. *reptans*)
ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รวมทั้งตรวจสอบเชื้อปนเปื้อน

Study on the Possibility of Using Soil Fertilizer for Growing Morning Glory
(*Ipomoea aquatica* var. *reptans*) in Hydroponics
Including Fungal Contamination



T098889

โดย

ร.ท.

๒๕๒๖

๒๕๔๘

นาย ธนพล โคดถึงชั้น

Mr. Thanapon Totalingchang

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....๑๑๑๑๑

วันเดือนปี.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดมหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. ๒๕๔๘

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช
ปริญญาตรี
วิทยาศาสตร์บัณฑิต(เกษตรศาสตร์)

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยทางดินเพื่อปลูกผักบุ้งจีน (*Ipomoea aquatica* var. *reptans*)
ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รวมทั้งตรวจสอบเชื้อปนเปื้อน

Study on the Possibility of Using Soil Fertilizers for Growing Morning Glory
(*Ipomoea aquatica* var. *reptans*) in Hydroponics
Including Fungal Contamination

โดย

นาย ธนพล โตดิ่งชัน
Mr. Thanapon Totalingchang

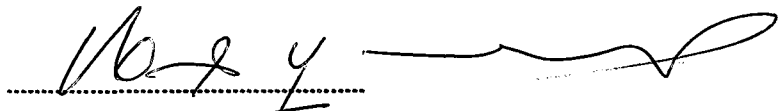
พิจารณาเห็นชอบโดย



(ศษ. ดร. ถนมนันต์ เจนอักษร)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาคิขารับรองแล้ว



(รศ. ชวลา บุรณศิริ)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยทางดินเพื่อปลูกผักบุ้งจีน (*Ipomoea aquatica* var. *reptans*) ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รวมทั้งตรวจสอบเชื้อปนเปื้อนในระบบ

โดย : นาย ธนพล โดดถึงชั้น

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

สาขาวิชา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

อาจารย์ที่ปรึกษา : 15 / 10 / 2549
(ผศ.ดร. ถนิตนันต์ เจนอักษร)

การวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยทางดินมาใช้ในการปลูกผักบุ้งจีนในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน แบบ DFT และ NFT เพื่อเป็นการลดต้นทุนของสารละลาย และเป็นการประหยัดเวลาในการเตรียมสารละลาย การทดลองนี้ได้ทำการวางแผนการทดลองแบบ 5 x 2 Factorials in CRD จำนวน 24 ซ้ำ ปัจจัย A คือ สารละลายธาตุอาหาร (Soiless Fertilizer , 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) สารละลายธาตุอาหารที่มาจากปุ๋ยดินทั้งหมดได้ผสมธาตุอาหารเสริม(Unilate) ปัจจัย B คือ ระบบปลูกพืช DFT และ NFT ในระหว่างการปลูกพืชได้มีการตรวจสอบเชื้อในสารละลายธาตุอาหารประจำทุกสัปดาห์ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าปุ๋ยทางดินบางชนิดสามารถนำมาทดแทน Soiless Fertilizer ได้ทั้งในระบบ DFT และ NFT ปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15 และ Soiless Fertilizer แสดงผลที่ดีในด้านการเจริญเติบโต (น้ำหนักสดลำต้น และน้ำหนักสดราก) รองลงมาคือ ปุ๋ยทางดินละลายช้าสูตร 17-17-17 และ 24-8-16 ตามลำดับ สำหรับปุ๋ยอินทรีย์น้ำยังต้องปรับปรุงเนื่องจากอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำสุด ทั้งในระบบ DFT และ NFT การตรวจสอบเชื้อปนเปื้อน พบเชื้อ *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. และ *Trichoderma* spp. ในทุกสารละลายธาตุอาหาร มีเพียงเชื้อ *Fusarium* spp. ที่พบเฉพาะปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Title : Study on The Possibility of Using Soil Fertilizers for Growing Morning Glory (*Ipomoea aquatica* var. *reptans*) in Hydroponics Including Fungal Contamination

By : Thanapon Totalingchang

Degree : Bachelor of Science (Agriculture)

Major : Plant Pest Management Technology

Advisor : 15 May 2006
(Asst. Prof. Dr. Tanimnum Jaenaksorn)

The aim of this study is to consider the possibility of using few kinds of soil fertilizer (slow release fertilizer included) for growing Morning Glory (*Ipomoea aquatica* var. *reptans*) in hydroponics (DFT and NFT). Consequently, reduced growing cost and an ease of nutrient solution preparation would be expected from the study. Five x 2 factorials in CRD was employed with 24 replications. Factor A was the 5 formulae of nutrient solution (soilless fertilizer, 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 and organic solution) meanwhile factor B was the hydroponic systems (DFT and NFT). Micro-elements (Unilate) was added into all formulae of soil fertilizer. During cropping, fungal contamination in nutrient solution was weekly monitored. The results showed there was a possibility of substituting soilless fertilizer with a few kind of soil fertilizer for growing Morning Glory both in DFT and NFT. Soil fertilizer (15-15-15) and soilless fertilizer gave the best result (in terms of fresh stem and root weight) in DFT amongst the tested fertilizer. Regarding slow release fertilizer (17-17-17 and 24-8-16), their growth came the second and third, respectively. For organic solution, the growth was poorest both in DFT and NFT. Regarding fungal contamination *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. and *Trichoderma* spp. were found in all tested nutrient solution, meanwhile *Fusarium* spp. was noted only in organic solution.

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ศส.ดร.ถนิมนันต์ เจนอักษร อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ ชี้แนะ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้แนวคิดในการทำงาน ทำให้ข้าพเจ้าเรียนรู้ และเข้าใจถึงปัญหาต่างๆจนปัญหาพิเศษฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาการศึกษาจนกระทั่งข้าพเจ้ามีโอกาสประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณ คุณจรงค์ศักดิ์ ทุมนวน รุ่นที่ (รุ่นที่ 10) ที่คอยให้ความช่วยเหลือทางด้านวิชาการ ขอขอบคุณรุ่นพี่ ปริญาโททุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือมาตลอด และ ขอขอบคุณเพื่อนทุกคนที่คอยให้กำลังใจ และความช่วยเหลือมาตลอด

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา และพี่หญิง ที่คอยช่วยเหลือและอบรมสั่งสอนข้าพเจ้ามาตลอด หากปัญหาพิเศษนี้มีข้อผิดพลาดประการใดข้าพเจ้าขออภัย และขอน้อมรับข้อผิดพลาดดังกล่าวไว้ ณ โอกาสนี้ และ หากปรากฏส่วนดี ข้าพเจ้าขอมอบให้แก่ บิดามารดา พี่หญิง และครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนข้าพเจ้า

ธนพล โตคลังชัน
พฤษภาคม 2549

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ii
คำนิยาม.....	iii
สารบัญ.....	iv
สารบัญตาราง.....	v
สารบัญภาพ.....	vi
คำนำ.....	1
วัตถุประสงค์.....	2
การตรวจเอกสาร.....	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	11
ผลการทดลอง.....	20
วิจารณ์ผลการทดลอง.....	39
สรุปผลการทดลอง.....	40
เอกสารอ้างอิง.....	41
ภาคผนวก.....	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงคุณค่าทางด้านโภชนาการของผักนึ่งจีนสดและผักนึ่งจีนที่สุก.....	5
2. แสดงการเจริญเติบโตของผักนึ่งจีนในสารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (Soiless Fertilizer, 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) ในระบบ ปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ DFT และ NFT (สัปดาห์ที่ 2).....	22
3. แสดงการเจริญเติบโตของผักนึ่งจีนในสารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (Soiless Fertilizer, 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) ในระบบ ปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ DFT และ NFT (สัปดาห์ที่ 3).....	23
4. แสดงการเจริญเติบโตของผักนึ่งจีนในสารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (Soiless Fertilizer, 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) ในระบบ ปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ DFT และ NFT (หลังการเก็บเกี่ยว).....	24
5. แสดงเชื้อราที่ตรวจพบในสารละลายธาตุอาหารสูตร Soiless Fertilizer, 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ DFT และ NFT.....	26

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. โรงเรือนปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (ระบบปิด).....	16
2.. ระบบการปลูกพืชที่ไม่ใช้ดิน(Hydroponics).....	17
3. ภาพแสดงการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน.....	18
4. แสดงลักษณะการอนุบาลกล้าของผักบุ้งจีนก่อนลงระบบจริง.....	19
5. แสดงกราฟการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน (สัปดาห์ที่ทำการเก็บผลผลิต) ในสารละลายธาตุอาหารธาตุอาหาร 5 สูตร(Soiless Fertilizer (T1), 15-15-15 (T2), 17-17-17 (T3), 24-8-16 (T4) และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (T5)) ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบDFT และ NFT.....	25
6. แสดงการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน (สัปดาห์ที่ 2 และ 3)ในสารละลายธาตุอาหาร Soiless Fertilizer ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT และNFT	27
7. แสดงการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน (สัปดาห์ที่ 2 และ 3)ในสารละลายธาตุอาหาร 15-15-15ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบDFT และNFT	28
8. แสดงการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน (สัปดาห์ที่ 2 และ 3)ในสารละลายธาตุอาหาร 17-17-17ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบDFT และNFT.....	29
9. แสดงการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน (สัปดาห์ที่ 2 และ 3)ในสารละลายธาตุอาหาร 24-8-16ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบDFT และNFT	30
10. แสดงการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน (สัปดาห์ที่ 2 และ 3)ในสารละลายอาหาร ปุ๋ยอินทรีย์น้ำในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบDFT และNFT.....	31
11. แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในแต่ละสารละลายธาตุอาหารใน ระบบ DFT ได้แก่ Soiless Fertilizer, 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ.....	32
12. แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในแต่ละสารละลายธาตุอาหารใน ระบบ NFT ได้แก่ Soiless Fertilizer, 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ.....	33
13. แสดงอาการขาดธาตุอาหารของผักบุ้งจีน.....	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
14. เชื้อ <i>Aspergillus</i> spp. ที่ตรวจสอบพบในทุกสารละลายธาตุอาหาร ได้แก่ Soilless Fertilizer, 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ พบในระบบDFT และNFT	35
15. เชื้อ <i>Penicilium</i> spp. ที่ตรวจสอบพบในทุกสารละลายธาตุอาหาร ได้แก่ Soilless Fertilizer, 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ พบในระบบDFT และNFT	36
16. เชื้อ <i>Tichoderma</i> spp. ที่ตรวจสอบพบในทุกสารละลายธาตุอาหาร ได้แก่ Soilless Fertilizer, 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ พบในระบบDFT และNFT.....	37
17. เชื้อ <i>Fusarium</i> spp. ที่ตรวจสอบพบในสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ในระบบ DFT และNFT	38

คำนำ

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Hydroponics) เป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพ ในการจัดการปัญหาด้านศัตรูพืช โดยเฉพาะทางด้าน โรคพืช กล่าวคือ เป็นการหลีกเลี่ยงเชื้อโรค (Avoidance of the pathogen) ทำให้พืชที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ปลอดภัยจากชิ้นส่วนก่อโรคพืช ซึ่งอาจจะเป็นชิ้นส่วนก่อโรคที่ติดมากับดิน (Soilborne pathogen) อาทิเช่น แบคทีเรียสาเหตุโรคพืช เชื้อราสาเหตุโรคพืช และเป็นการป้องกันพืช (Protection of plant) โดยการปลูกพืชในระบบนี้ พืชจะได้รับธาตุอาหารตรงตามความต้องการของพืช ทำให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ รวดเร็ว แข็งแรง ยากต่อการเข้าทำลายของเชื้อก่อโรค และให้ผลผลิตที่สูง ผักที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนี้ จะมีความสด สะอาด และมีคุณภาพดีเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค (ถนิมนันต์, 2538 Adam, 1987; Bunt, 1976; Edwards, 1922; Ikeda, 1995; Jensen, 1999; Rcuveni, 1998;)

ผักบุ้งจีนเป็นผักที่รู้จักกันดี เนื่องจากผักบุ้งจีนเป็นผักที่นำมาบริโภคกันอย่างแพร่หลาย จึงนิยมปลูกกันทั่ว ทั้งการปลูกเพื่อบริโภคสด และผลิตเมล็ดพันธุ์ เป็นผักที่ดูแลง่าย ต้องการปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารต่ำกว่าพืชอื่นๆ มีความทนทานที่ดี และมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะวิตามินเอที่บำรุงสายตา การนำเทคโนโลยีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Hydroponics) มาใช้ปลูกผักบุ้งจีน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน ส่งผลให้ผักบุ้งจีนมีคุณภาพดี มีความสะอาด อัตราการเจริญเติบโต และการเก็บเกี่ยวเร็วกว่าการปลูกผักบุ้งจีนในดิน

อย่างไรก็ตาม เมื่อนำผักมาปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน จะมีปัจจัยที่สำคัญ คือเป็นระบบที่ต้องใช้ต้นทุนในการผลิตเริ่มแรกค่อนข้างสูง ทั้งค่าอุปกรณ์ และค่าสารละลายธาตุอาหารพืช ประกอบด้วยสารเคมีหลายชนิด แต่ละชนิดจำหน่ายปริมาณมากและราคาแพง ดังนั้นการทดลองครั้งนี้ จึงได้มุ่งเน้นศึกษาความเป็นไปได้ ที่จะใช้ปุ๋ยทางดินที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป คือปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ {ทั้งหมดได้ผสมธาตุอาหารรองสำเร็จรูป (Unilate)} นำมาใช้เป็นสารละลายธาตุอาหาร สำหรับการปลูกผักบุ้งจีนในระบบ DFT และ NFT เปรียบเทียบกับสารละลาย Soilless Fertilizer เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รวมทั้งได้มีการตรวจสอบเชื้อปนเปื้อนในสารละลายธาตุอาหารแต่ละชนิด เพื่อตรวจสอบว่ามีเชื้อก่อโรคปนเปื้อนหรือไม่ ถ้าหากการทดลองนี้ประสบผลสำเร็จ จะสามารถลดต้นทุนการผลิต และเป็นที่ยอมรับในการใช้ปุ๋ยทางดินเพื่อผลิตพืชในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน และเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับผู้สนใจ และการศึกษาในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยทางดินสูตร 15 -15 -15, 17- 17- 17, 24 - 8 - 16 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำต่อการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน เปรียบเทียบกับการใช้สารละลาย Soilless Fertilizer ในระบบ Deep Flow Technique (DFT) และ Nutrient Film Technique (NFT)
2. ดำรงเชื้อราที่ปนเปื้อนในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Deep Flow Technique (DFT) และ Nutrient Film Technique (NFT) และสารละลายธาตุอาหาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ผักบุ้งจีน (อรุณรักษ์, 2542)

ผักบุ้งเป็นพืชหลายฤดู (Perennial) แต่มักปลูกเป็นพืชฤดูเดียว (Annual) อายุตั้งแต่เพาะเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยว 25 – 30 วัน ปลูกได้ตลอดทั้งปี มีใบสีเขียว ก้านสีเขียว หรือขาว ก้านดอก และดอกสีขาว

ชื่อวิทยาศาสตร์	: <i>Ipomoea aquatica</i> var. <i>reptans</i>
ชื่อสามัญ	: Morning Glory
ชื่อไทย	: ผักบุ้งจีน
ตระกูล	: Convolvulaceae
ถิ่นกำเนิด	: เขตร้อนทวีปเอเชีย

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ราก (Root) ผักบุ้งจีนมีระบบรากเป็นรากแก้ว (Tap root system) มีรากแขนง (Fibrous root) แดงออกทางด้านข้างของรากแก้ว นอกจากนี้ยังสามารถแตกรากฝอยออกมาจาก ข้อของลำต้นได้ โดยมักเกิดตามข้อที่อยู่แถว ๆ โคนต้น

ลำต้น (Stem) ผักบุ้งจีนเป็นพืชล้มลุก (Herbaceous) ในช่วงระยะแรกของการเจริญเติบโตจะมีลำต้นตั้งตรง ระยะต่อไปจะเลื้อยทอดคดไปตามพื้นดินหรือน้ำ ลำต้นมีข้อ (Node) และปล้อง (Internode) ข้างในกลาง รากจะเกิดที่ข้อทุกข้อที่สัมผัสกับพื้นดิน หรือน้ำ ที่ข้อมักมีตาแตกออกมาทั้งตาใบ และตาดอก ตาดอกจะเกิดในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน ตาดอกจะอยู่ด้านใน ส่วนตาใบจะอยู่ด้านนอก ลำต้นสูงประมาณ 25 – 35 เซนติเมตร

ใบ (Leaf) ผักบุ้งจีนมีใบ แบบเป็นใบเดี่ยว (Simple leaf) มีขอบใบเรียบ รูปร่างคล้ายหอกใบกว้างค่อย ๆ เรียวเล็กไปถึงปลายใบ โคนใบเป็นรูปหัวใจ ขอบใบเรียบ หรือเป็นคลื่น การจัดเรียงของใบ และตำแหน่งที่ตั้งเป็นแบบ (Alternate) ข้อหนึ่งมีใบเพียงใบเดียว ใบมีความยาวประมาณ 7 – 15 เซนติเมตร ก้านใบยาว 3 – 8 เซนติเมตร

ดอก (Flower) ดอกผักบุ้งจีน เป็น ดอกสมบูรณ์ (Complete flower) มีลักษณะเป็นช่อ เป็นช่อแบบ Simple dichasium มีดอกตรงกลาง 1 ดอก และดอกด้านข้างอีก 2 ดอก ดอกกลางจะเจริญก่อนดอกด้านข้าง แต่ละดอกประกอบด้วยกลีบเลี้ยงสีเขียว 5 อัน เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 5 เซนติเมตร ช่อดอกเจริญมาจาก main axis บริเวณ leaf axil กลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นรูปกรวย ด้านนอกดอกเป็นสีขาว ด้านในดอกเป็นสีม่วง ดอกคุมกลีบดอกซ้อนกันเป็นใบจักร เกสรตัวผู้มี 2 อัน โดยมีเกสรตัวผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 อันสั้น และอีก 2 อันยาว เรียงอยู่ในวงเดียวกัน มีก้านชูเกสรตัวผู้ติดที่โคนอับเรณู มีชอกเกสรตัวเมีย อยู่สูง กว่าอับเรณูเล็กน้อยจริงใจ เป็นชนิด Superior ovary

เมล็ด (Seed) มีรูปร่างเป็นสามเหลี่ยมฐานมน มีสีน้ำตาล เปลือกหุ้มเมล็ดมีสี 3 ระดับ คือ สีน้ำตาลอ่อน สีน้ำตาลดำ และสีดำ ขนาดเฉลี่ย กว้าง 0.4 เซนติเมตร ยาว 0.5 เซนติเมตร ผักบุ้งจีนเป็นพืชที่มีอัตราการพักตัวสูง โดยจะพักตัวในลักษณะของเมล็ดแข็ง (Hard seed) หรือเรียกว่าเมล็ดหิน และเมล็ดที่มีสีเข้มจะเป็นเมล็ดที่แข็งกว่าเมล็ดที่มีสีอ่อน

พันธุ์ผักบุ้งจีน

พันธุ์ผักบุ้งจีนที่ปลูกในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะเป็นพันธุ์การค้า ทั้งที่ผลิตเมล็ดพันธุ์ในประเทศไทย และนำเข้ามาจากต่างประเทศ เช่น ไต้หวัน ซึ่งมีการตั้งชื่อพันธุ์ตามบริษัทต่าง ๆ กันไป เมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีน ในประเทศที่ได้รับการคัดเลือก และปรับปรุงพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตร ศูนย์วิจัยพืชสวน พิจิตร คือ พันธุ์พิจิตร 1 ซึ่งมีลักษณะดีเด่น คือ ผลผลิตโดยเฉลี่ย 3,415 กิโลกรัมต่อไร่ , มีใบแคบเรียวยาว ตรงกับความต้องการของตลาด และมีลักษณะใบชูตั้ง ลำต้นสีเขียวอ่อน ไม่มีการทอดยอดก่อนการเก็บเกี่ยว ไม่มีการแตกแขนงที่โคนต้น ลักษณะลำต้นสม่ำเสมอ

การเจริญเติบโต

ผักบุ้งจีน มีอัตราการงอกเพียง 48 ชั่วโมง ระยะแรกของการเจริญเติบโต จะทำให้ลำต้นตั้งตรง หลังจากงอกได้ 5 - 7 วัน จะมีใบเลี้ยงโผล่ออกมา 2 ใบ มีลักษณะปลายใบเป็นแฉก ไม่เหมือนกับใบจริง เมื่อต้นโตในระยะสองสัปดาห์แรก จะมีการเจริญเติบโตทางลำต้นอย่างรวดเร็ว จนเมื่ออายุประมาณ 30 -40 วัน การเจริญเติบโตจะเปลี่ยนไปทางยอดและแตกกอ ผักบุ้งจีน ที่หว่านด้วยเมล็ด การแตกกอ จะมีน้อยมาก การแตกกอเป็นการแตกหน่อ ออกมาจากตาที่อยู่บริเวณ โคนต้น ที่ติดกับราก มีตาอยู่รอบต้น 3 - 5 ตา เมื่อแตกแถวออกมาจะเจริญทอดยาวออกไป เป็นลำต้น มีปล้องข้อ และทุกข้อจะสามารถเกิดดอกและใบ

สภาพแวดล้อม

ผักบุ้งจีนสามารถปลูกได้ทั้งบนบก และในน้ำ และสามารถปลูกได้ในดินแทบทุกชนิด ดินที่เหมาะสมในการปลูกผักบุ้งจีนเพื่อการบริโภค ควรเป็นดินร่วน หรือ ดินร่วนปนทราย ผักบุ้งจีนเป็นพืชที่ต้องการความชื้นในดินสูงมาก อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต อยู่ในช่วงที่สูงกว่า 25 องศาเซลเซียส ต้องการแสงแดดเต็มที่ ผักบุ้งจีนเป็นพืชที่ชอบความชื้น ควรรดน้ำผักบุ้งจีนอยู่เสมอทุกวัน วันละ 1 - 2 ครั้ง ยกเว้นช่วงฝนตกไม่ต้องรดน้ำ อย่าให้แปลงผักบุ้งจีนขาดน้ำ จะทำให้ผักบุ้งจีน ชะงักการเจริญเติบโต คุณภาพไม่ดี ต้นแข็งกระด้าง เหนียวไม่น่ารับประทาน และ เก็บเกี่ยวได้ช้ากว่าปกติ (อรุณรักษ์, 2542)

การเก็บเกี่ยว

ผักบุ้งจีนจะสามารถเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุ 25 – 35 วัน หลังจากหว่านเมล็ดพันธุ์ลงในแปลงปลูก ผักบุ้งจีนจะมีความสูงประมาณ 25 - 35 เซนติเมตร ไม่ควรนำผักบุ้งจีนที่เก็บแล้วไว้กลางแดด เพราะจะทำให้ผักบุ้งจีนเหี่ยวเฉาได้ง่าย

คุณค่าทางอาหาร (กรมวิชาการเกษตร, 2540)

ผักบุ้งจีนมีประโยชน์และคุณค่าทางอาหารสูงประกอบด้วยวิตามิน และแร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกาย โดยเฉพาะ วิตามิน เอ มีปริมาณสูงถึง 9,550 หน่วยสากล ในส่วนที่รับประทานได้สด 100 กรัม หรือ 6,750 หน่วยสากล ในส่วนที่รับประทานได้เมื่อสุกแล้ว

ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางด้านโภชนาการของผักบุ้งจีนสดและผักบุ้งจีนที่สุก

	ผักบุ้งจีน		หน่วย
	สด	สุก	
กาก	28	-	g
น้ำ	90	92.5	g
เถ้า	1.3	1	g
โปรตีน	2.7	2.4	g
ไขมัน	0.4	0.2	g
ไฟเบอร์	1.1	0.8	g
คาร์โบไฮเดรต	5.6	3.9	g
แคลอรี	30	21	Kcal
วิตามิน ซี	47	10	mg
วิตามิน เอ	9550	6750	UI
วิตามิน บี 1	0.09	0.05	mg
วิตามิน บี 2	0.16	0.13	mg
ไนอาซิน	0.8	0.7	mg

หมายเหตุ : คำนวณจากผักบุ้งในปริมาณ 100 กรัม ในส่วนที่รับประทานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรคที่สำคัญของผักบุ้งจีน

โรคที่สำคัญของผักบุ้งจีน ได้แก่ โรคราสนิมขาว (White rust or White blister) เป็นโรคที่มีการระบาดมากที่สุดและสร้างความเสียหายให้แก่ผักบุ้งจีนได้มากที่สุด พบได้ในเกือบทุกพื้นที่ที่มีการปลูกผักบุ้งจีน เกิดจากเชื้อสาเหตุ *Albugo ipomoeae* อาการ ท้องใบมีแผลนูนเป็นสีขาว เกิดเป็นกลุ่มและกระจายทั่วทั้งใบ ผิวใบด้านบนที่ตรงกับแผล มีสีเหลืองนูน ทำให้ใบงอ โรคใบจุดสีน้ำตาล หรือ โรคตากบ (Leaf spot) มีสาเหตุมาจากเชื้อ *Phyllosticta ipomoeae* และ โรคใบไหม้ (Leaf blight) สาเหตุมาจาก *Xanthomonas campestris* เชื้อสาเหตุเหล่านี้สามารถ ระบาดติดต่อกันได้ทั้งในผักบุ้งจีน และผักบุ้งไทย (อรุณรักษ์, 2542 ; Stanghellini and Rasmussen, 1994)

ความหมายของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นวิธีการปลูกพืชที่ใช้หลักการในแบบวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ โลกในยุคปัจจุบันหันมาปลูกพืชด้วยวิธีนี้กันมากขึ้น เพราะเป็นการเพิ่มผลผลิต ลดปัญหาการใช้สารเคมี ป้องกันกำจัดศัตรูพืช สามารถปลูกพืชได้ทุกสถานที่โดยไม่จำกัดขอบเขต ฯลฯ การปลูกพืชแบบนี้ได้เริ่มมานาน กล่าวคือ ปลูกพืชด้วยสารละลายหรือการปลูกพืชในน้ำ โดยการใช้เกลืออนินทรีย์ต่างๆลงไป จึงถือเป็นต้นตำหรับของสูตรธาตุอาหารที่ใช้มาจนถึงปัจจุบัน ต่อมาก็มีการพัฒนาค้นคว้าความรู้ทางด้านสูตรอาหารกันเรื่อยมา คำว่า “ hydroponic “ มาจากรากศัพท์ที่เป็นภาษากรีกสองคำคือคำว่า “ hydro “ ซึ่งหมายถึง น้ำ (water) และคำว่า “ ponos “ ที่หมายถึงงาน (working) เมื่อนำทั้งสองคำมารวมเข้าด้วยกันจะมีความหมายว่าการทำงานด้วยน้ำ (water-working) ดังนั้น hydroponic หรือการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจึงหมายถึงการปลูกพืชที่ไม่ใช้วัสดุปลูก คือทำการปลูกพืชลงบนสารละลายธาตุอาหารพืชโดยให้รากพืชสัมผัสกับสารละลายธาตุอาหารพืชโดยตรง (ดิเรก, 2546; ถวิล, 2546; Schwarz, 1995)

ข้อดีของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (คิเรก, 2546; อธิวิสุนทร, 2538; Jones, 1997; Muckle, 1995)

1. สามารถปลูกพืชได้ทุกที่มีสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น สภาพดินเค็ม
2. สามารถออกแบบให้ประหยัดพื้นที่การปลูกได้
3. สามารถควบคุมโรค และแมลงสาเหตุของศัตรูพืชได้
4. ไม่มีปัญหาในการกำจัดวัชพืชในพื้นที่ปลูก
5. ไม่ต้องไถพรวนดินลดการทำลาย หรือ ชะล้างหน้าดิน
6. ประหยัดน้ำ และปุ๋ยเพราะสามารถ ควบคุมได้ตามที่พืชต้องการ
7. มีผลผลิตสม่ำเสมอ และอายุการเก็บเกี่ยวเร็วขึ้น
8. ผลผลิต มีความสะอาด สด คุณภาพดี
9. เป็นผักปลอดสารพิษ

ข้อเสียของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

1. การปลูกทำได้ไม่กว้างขวาง เนื่องจากปัจจุบันยังอาศัยเทคโนโลยีจากต่างประเทศ
2. ผู้ปลูกต้องมีความรู้ในด้านการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน
3. ความหลากหลายในพืชปลูก โดยไม่ใช้ดินยังมีน้อยในปัจจุบัน
4. เงินลงทุนในครั้งแรกสูง
5. ปัญหาด้านการตลาด ไม่กว้างขวาง เนื่องจากปลูกผักต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบ DFT (คิเรก, 2546; โสระยา, 2544; Jones, 1997; Muckle, 1995)

Deep Flow Technique (DFT) หมายถึงเทคนิคการปลูกพืช โดยให้รากพืชแช่อยู่ในภาชนะบรรจุสารละลายธาตุอาหาร (ลึก 15-20 เซนติเมตร) ภาชนะดังกล่าวทำหน้าที่ทั้งภาชนะปลูก และภาชนะใส่สารละลายธาตุอาหารไปด้วย ปริมาตรของสารละลายมีมาก และไม่หมุนเวียน ทำให้ความเข้มข้น และอุณหภูมิของธาตุอาหารเปลี่ยนแปลงช้า

จุดเด่นของระบบ DFT

1. ระบบ DFT บรรจุสารละลายธาตุอาหาร ไว้ในภาชนะปลูกทั้งหมด ทำให้ไม่ต้องมีถังเก็บสารละลายธาตุอาหาร ไม่ต้องมีท่อ หรือ ราง ทำให้ลดต้นทุนในส่วนนี้ไปได้
2. ระบบ DFT พืชไม่ขาดน้ำ และธาตุอาหาร เนื่องจากรากพืชแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารตลอดเวลา
3. ระบบ DFT ความเข้มข้น และอุณหภูมิของ สารละลายธาตุอาหาร ไม่ ค่อยเปลี่ยนแปลง เนื่องจาก สารละลายธาตุอาหารบรรจุอยู่ ในภาชนะปลูกทั้งหมด และ ไม่มีการหมุนเวียน
4. สามารถปลูกพืชได้ตลอดปี ไม่เสียเวลาในการเตรียมการปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดด้อยของระบบ DFT

1. รากพืชมีโอกาสขาดออกซิเจนได้ง่าย เนื่องจากรากแช่อยู่ในสารละลายที่ลึก และไม่หมุนเวียน อาจแก้ไขได้โดยเติมออกซิเจนเข้าไป
2. การควบคุมความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารทำได้ยากกว่าระบบอื่น ถ้าปลูกพืชปริมาณมาก
3. สารละลายธาตุอาหารพืช มีองค์ประกอบเปลี่ยนไปตามระยะเวลาที่ใช้ปลูก ผู้ปลูกจำเป็นต้อง เปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะถ้าอายุการเก็บเกี่ยวพืชนั้นเกินกว่า 4 สัปดาห์
4. รากพืชที่แช่อยู่ในสารละลาย ไม่สามารถลำจุนลำต้นให้ตั้งตรงได้ ถ้าพืชที่ปลูกมีลำต้นสูง

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบ NFT (คิเรก, 2546; อธิวิสุนทร, 2538; Jones, 1997; Muckle, 1995)

Nutrient Film Technique (NFT) หมายถึงเทคนิคการปลูกพืช โดยรากพืชจะแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารโดยตรง สารละลายธาตุอาหารจะไหลเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ (สารละลายหนาประมาณ 3 เซนติเมตร) สารละลายธาตุอาหารจะไหลต่อเนื่องอัตราไหลจะอยู่ในช่วง 1-2 ลิตร/นาที่/ราง รางอาจจะทำจากวัสดุพลาสติก หรือ วัสดุอย่างอื่นก็ได้ โดยจะมีปั๊มดูดสารละลายธาตุอาหารให้ไหลผ่านรากพืช และเวียนกลับมายังถังเก็บสารละลายธาตุอาหาร

จุดเด่นของระบบ NFT

1. ไม่จำเป็นต้องมีเครื่องควบคุมการให้น้ำเนื่องจากระบบนี้ จะมีการให้น้ำอย่างต่อเนื่อง
2. ระบบการให้สารละลายธาตุอาหารแก่พืชไม่ยุ่งยาก
3. ทำการป้องกันกำจัดเชื้อโรคในสารละลายธาตุอาหารได้ง่าย
4. เป็นระบบที่มีการใช้น้ำ และธาตุอาหาร ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด
5. ไม่มีวัสดุปลูกที่ต้องกำจัด
6. สามารถปลูกพืชได้ตลอดปี ไม่เสียเวลาในการเตรียมการปลูก

จุดด้อยของระบบ NFT

1. ราคาค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง
2. เป็นระบบที่ต้องการคนดูแลอย่างใกล้ชิด เนื่องจากเป็นระบบที่ใช้ปั๊มน้ำตลอดเวลา ถ้าไฟดับหรือปั๊มเสีย พืชจะเสียหายอย่างมาก พืชจะตายภายใน 1 – 3 ชั่วโมง
3. มีปัญหาเกี่ยวกับการสะสมของอูณหภูมิในสารละลาย โดยเฉพาะในเขตร้อนมีผลต่อการละลายตัวของออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหารลดน้อยลง ทำให้พืชอ่อนแอ การเจริญเติบโตลดลงจนไม่สามารถปลูกพืชได้เลย
4. มีการแพร่กระจายของโรคพืชบางชนิดได้อย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลงานการวิจัยเกี่ยวกับการปลูกพืชไม่ใช้ดิน

พรประพา คงตระกูล (2544) ได้ทำการทดลองปลูกผักกาดหอม ผักโขม ผักกวางตุ้ง ผักคื่นฉ่าย และผักชี ในระบบ DFT โดยทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยทางดินสูตร 13-13-21 พบว่าพืชผักทั้ง 5 ชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ผลเป็นที่น่าพอใจ เมื่อทำการเป่าอากาศให้แก่รากพืช

พรหมมาศ และคณะ (2539) ได้กล่าวถึงการแยกเชื้อราในระบบปลูกพืชโคนไม้ใช้ดิน แบบหมุนเวียน สารละลายธาตุอาหาร และใช้วัสดุปลูก 3 ชนิดคือ Polyurethane (PUR), rockwool และขุยมะพร้าวในการปลูกแตงกวายุโรป พบว่าสามารถแยกเชื้อราที่ปนเปื้อนอยู่ในระบบจากวัสดุปลูกน้ำที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย และสารละลายธาตุอาหารรวมทั้งสิ้น 12 genera คือ *Aspergillus* spp., *Emericella* sp., *Fusarium* sp., *Mortierella* sp., *Mucor* sp., *Penicillium* spp., *Pythium* spp., *Rhizopus* sp., *Saprolegnia* sp., *Sartorya* sp., *Syncephalastrum* sp., *Trichoderma* sp., ส่วนการตรวจแยกเชื้อราที่เป็นสาเหตุโรค *Fusarium* sp. และ *Pythium* sp. จะตรวจพบว่ามี การแพร่กระจายแตกต่างกัน ไปขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อ และวัสดุปลูก

ถนิมนันต์ เจนอักษร และศุภชัย รัตโนภาส (2538) ได้ทำการทดลองปลูกสะระแหน่ในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ DFT แบบ ประยุกต์ พบว่าการปลูกด้วยวิธีนี้ให้ผลผลิตดีกว่าปลูกในดิน และสามารถลดค่าใช้จ่ายในด้านแรงงานลงได้ นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถปลูกโดยไม่ต้องทำการเป่าอากาศอีกด้วย ซึ่งเป็นการลดต้นทุนการผลิตได้ระดับหนึ่ง พร้อมทั้งทำการศึกษาระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร 3 ระดับ คือ EC = 1, 2 และ 3 พบว่าในระดับ EC = 2 มีแนวโน้มการให้ผลผลิตที่ดีที่สุดในระยะยาว และได้ทดสอบการยอมรับของ ผู้บริโภคทางด้านต่าง ๆ พบว่าสะระแหน่ที่ปลูกในระบบนี้ได้รับการยอมรับเป็นอย่างดี

Benoit and Ceustermans (1991) ได้รายงานไว้ว่า ในปี ค.ศ. 1980 ได้เริ่มต้นทำการทดลองปลูก Radish ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT พบว่า Radish สามารถเจริญเติบโตให้ผลผลิตได้เป็นที่น่าพอใจ

Ikeda *et al.* (1995) ได้รายงานการผลิต ผักขม จำนวน 18 พันธุ์ ตลอดปีที่ประเทศญี่ปุ่น ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT และ NFT ภายใต้สภาพโรงเรือน พบว่า ในฤดูร้อนปลูกแบบ NFT ให้ผลผลิตสูงกว่าปลูกแบบ DFT ส่วนในฤดูหนาวกลับว่า ปลูกแบบ DFT ให้ผลผลิตสูงกว่าปลูกแบบ NFT

Jaenaksorn and Ikeda. (2001) ได้นำปุ๋ยทางดิน ที่เป็นแหล่งธาตุอาหาร ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มาเตรียมสารละลายธาตุอาหาร สำหรับปลูกผักบร็อคโคลี่ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน พบว่าให้ผลเป็นที่น่าพอใจ

Schwarz *et al.* (2003) ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความเสียหายที่เกิดขึ้นกับรากมะเขือเทศ โดยการปรับค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารพืชให้อยู่ในระดับสูงๆ และใช้ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. โดยทำการเติม NaCl ลงในสารละลายธาตุอาหารสูตรมาตรฐาน ให้มี EC 1.5, 5 หรือ 9 ds m⁻¹ เปรียบเทียบกับการเติมจุลธาตุ และทำการปลูกเชื้อ *P. aphanidermatum* ให้กับต้นมะเขือเทศ โดยใช้ความเข้มข้น 0, 10², หรือ 10⁴ oospore ml⁻¹ solution พบว่า การเติม NaCl ทำให้น้ำหนักสด, เส้นผ่านศูนย์กลางของหวมราก, ความยาวทั้งหมดของราก และจำนวนของ adventitious roots มีค่าสูงขึ้น แต่ทำให้น้ำหนักแห้งของยอด และการเจริญเติบโตด้านข้างลดลง สำหรับผลของ *P. aphanidermatum* พบว่าที่ความเข้มข้น 10⁴ oospore ml⁻¹ ทำให้จำนวน และความยาวของรากมีค่าลดลง

Song *et al.* (2003) 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 โดยทำให้การเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรวมมีค่าลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ และ 34.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นจึงสามารถสรุปผลได้ว่าโรค tomato wilt สามารถควบคุมได้โดยการใช้ fungicide ที่มีความเป็นพิษต่ำเติมลงในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม

Miguel *et al.* (2004) ทำการทดลองโดยใช้เปลือก Almond สองลักษณะและภาชนะบรรจุสองปริมาตร (19 และ 25 ลิตร) ทำการทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของลักษณะเปลือก Almond และปริมาตรภาชนะบรรจุเปรียบเทียบกับการใช้ Rockwool โดยวัดจากปริมาณและคุณภาพของผลผลิต

Mercier *et al.* (2004) 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 และแทนที่เชื้อก่อโรสดังกล่าวตั้งแต่วางครั้งแรกๆ ของการทดลอง ทำให้การเกิดโรคลดลงอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้พบว่าผลที่ได้คล้ายกันกับการทำให้ growing mix ปราศจากเชื้อ โดยการอบไอน้ำ แดงโมกับมะเขือเทศ คุณสมบัติทางฟิสิกส์, เคมี-ฟิสิกส์ และเคมีไม่มีความแตกต่างกันทั้ง 2 ลักษณะ มะเขือเทศที่ปลูกในเปลือก Almond จะใช้น้ำน้อยกว่าใน Rockwool แต่พบว่ามีค่าแตกต่างกันในด้านผลผลิต โดยเฉพาะแดงโมในถุงปลูกที่มีปริมาตร 25 ลิตรจะมีปริมาณมากกว่า 19 ลิตร

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. อุปกรณ์

1.1 อุปกรณ์การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบ DFT

- กะละมัง
- แผ่นโฟมปิดฝากะละมัง
- ป้อนอากาศ
- ข้อต่อ สายยาง และหัวทราย

1.2 อุปกรณ์การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในระบบ NFT

- ราง NFT พร้อมฝาปิดราง
- ถังบรรจุสารละลายและฝาปิด
- ป้อนน้ำ
- ข้อต่อ

1.3 สารละลายธาตุอาหาร

- สายละลาย Soilless Fertilizer
- ปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15, 17-17-17,
- สารละลายธาตุอาหารเสริม (Unilate) 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

1.4 อุปกรณ์ในการปลูกพืช

- เมล็ดพันธุ์ผักบุงจีน
- ถ้วยปลูก
- วัสดุปลูก (เพอร์ไลท์ + เวอร์มิคูไลท์)

1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ภายในโรงเรือน

- เครื่องวัดความเป็นกรด และด่าง (pH meter)
- เครื่องวัดความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (EC meter)
- เครื่องวัดความเข้มแสง (Lux-meter)
- กรดไนตริก (HNO_3) และด่างโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)
- กระบอกตวงน้ำ คาชั่ง และตะกร้าพลาสติก

1.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

- กล้องจุลทรรศน์
- ตะเกียง , ถุงพลาสติก และหมักยาง
- ตู้เขี่ยเชื้อ และน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ
- Autoclave
- Alcohol 75% และ 90%
- plate, Flask, Beaker, Syringe, Silde และ Cover slide
- PDA และ Selective media

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีการทดลอง

2.1 แผนการทดลอง

การทดลองนี้ ได้วางแผนการทดลองแบบ 5x2 Factorials in CRD จำนวน 24 ซ้ำ

ปัจจัย A ได้แก่ สูตรสารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร

1. สูตรสารละลาย Soiless Fertilizer
2. สูตรสารละลายธาตุอาหาร 15-15-15
3. สูตรสารละลายธาตุอาหาร 17-17-17
4. สูตรสารละลายธาตุอาหาร 24-8-16
5. สูตรสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ปัจจัย B ได้แก่ ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน 2 ระบบ ได้แก่

1. ระบบ DFT
2. ระบบ NFT

2.2 การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก สารละลายธาตุอาหาร)

การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร Soiless Fertilizer (Benoit, 1992)

จำนวน 20 ลิตรความเข้มข้น 100 เท่า ประกอบด้วยธาตุอาหารดังนี้

สารละลาย A		สารละลายอาหาร 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 ₂ PO ₄	354 กรัม
		MnSO ₄ ·4H ₂ O	3.4 กรัม
		CuSO ₄ ·7H ₂ O	0.38 กรัม
		ZnSO ₄ ·7H ₂ O	2.30 กรัม
		H ₃ BO ₃	5.70 กรัม
		Na ₂ MoO ₄	0.24 กรัม

การเตรียมสารละลายธาตุอาหารสูตร 15-15-15 สารละลายธาตุอาหารสูตร 15-15-15

ความเข้มข้น 1,000 ลิตร ประกอบด้วยธาตุอาหารดังนี้

Ca(NO ₃) ₂	654.76 กรัม	MgSO ₄	118.9 กรัม
K ₂ SO ₄	373.58 กรัม		

ทำการปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ในช่วง 1.5 – 2.0 mS/cm² และค่าความเป็น

กรด และค่าอยู่ในช่วง 5.5 – 6.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมสารละลายธาตุอาหารสูตร 17-17-17 สารละลายธาตุอาหารสูตร 17-17-17

ความเข้มข้น 1,000 ลิตร ประกอบด้วยธาตุอาหารดังนี้

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 1168.57 กรัม MgSO_4 502.57 กรัม

K_2SO_4 970 กรัม

ทำการปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ในช่วง 1.5 – 2.0 mS/cm^2 และค่าความเป็นกรด และค่าอยู่ในช่วง 5.5 – 6.5

การเตรียมสารละลายธาตุอาหารสูตร 24-8-16 สารละลายธาตุอาหารสูตร 24-8-16

ความเข้มข้น 1,000 ลิตร ประกอบด้วยธาตุอาหารดังนี้

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 1,350 กรัม MgSO_4 193.43 กรัม

K_2SO_4 754.57 กรัม

ทำการปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ในช่วง 1.5 – 2.0 mS/cm^2 และค่าความเป็นกรด และค่าอยู่ในช่วง 5.5 – 6.5

การเตรียมสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยอินทรีย์น้ำ สารละลายปุ๋ยอินทรีย์น้ำ เตรียมจากอัตราการใช้ข้างกล่อง โดยน้ำ 20 ลิตร ใช้ 50 – 70 ซีซี

2.3 การปลูกพืชในระบบ DFT และ NFT

2.3.1 การปลูกพืชในระบบ DFT

ระบบปลูกพืช ประกอบด้วย กะละมังสีดำ (สำหรับบรรจุสารละลายธาตุอาหาร) และปิดฝากะละมังด้วย แผ่น โฟม ที่เจาะรูขนาด 3x3 จำนวน 12 รู สำหรับวางต้นผักบุ้งจีน ช่องละ 1 ต้น(ปลูกในถ้วยปลูกและวัสดุปลูก) ขณะปลูกให้อากาศผ่าน หัวทราย โดยมีป้อนอากาศเป็นตัวส่งอากาศ (ภาพที่ 2)

การเตรียมกล้า ทำการเพาะเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีนลงในถ้วยที่บรรจุวัสดุปลูกที่ขึ้น และหยอดเมล็ดผักบุ้งจีนลงในวัสดุปลูกเสร็จแล้วกลบเมล็ด และรดน้ำ หลังจากนั้นรดน้ำทุกเช้า และเย็นเป็นเวลา 3 วัน เมื่อเมล็ดงอก (ภาพที่ 3) และแตกใบเลี้ยงนำไปลงระบบอนุบาลกล้า (ค่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร อยู่ในช่วง 0.8 – 1 mS/cm^2) เป็นเวลา 5 วัน (ภาพที่ 4)

การลงระบบจริง นำต้นกล้าผักบุ้งจีนที่เตรียมไว้มาปลูกในระบบ DFT จะปลูกในสารละลายธาตุอาหารต่างกันดังนี้ สารละลายSoilless Fertilizer สารละลายธาตุอาหารสูตร 15-15-15 (+Unilate) สารละลายธาตุอาหารสูตร 17-17-17 (+Unilate) สารละลายธาตุอาหารสูตร 24-8-16 (+Unilate) สารละลายธาตุอาหารปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (+Unilate) ปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ทั้งหมดให้อยู่ในช่วง 1.5 – 2.0 mS/cm^2 และค่าความเป็นกรด และค่าอยู่ในช่วง 5.5 – 6.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดูแลรักษา ทำการวัดค่า EC และ pH ทุกวันในช่วง เช้า และเย็น และปรับค่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ให้อยู่ในช่วง 1.5 – 2.0 mS/cm² ทำการปรับค่าความเป็นกรด และค่าความเป็นด่าง โดยใช้ กรดไนตริก (HNO₃) และ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ปรับให้อยู่ในช่วง 5.5- 6.5

การเก็บเกี่ยว ผักนึ่งจีนจะทำการเก็บเกี่ยวเมื่อมีอายุครบ 3 สัปดาห์หลังจากลงระบบจริง รวมระยะเวลาการเก็บเกี่ยวตั้งแต่เพาะเมล็ด เป็นเวลาทั้งหมด 22 วัน

2.3.2 การปลูกพืชในระบบ NFT

ระบบปลูกพืช ประกอบด้วยรางปลูกจำนวน 4 ราง ค่อ 1 ชุดแต่ ๑ รางจะมี หลุม 12 หลุม แต่ ๑ หลุมจะมีถึงใส่สารละลายธาตุอาหาร อยู่อย่างละถึง และ มีปั้มน้ำทำหน้าที่ จ่ายสารละลายธาตุอาหารให้ไหลผ่านรากพืช (ภาพที่ 2)

การเตรียมกล้า ทำการเพาะเมล็ดพันธุ์ผักนึ่งจีนลงในถาดที่บรรจุวัสดุปลูกที่ขึ้น และหยอดเมล็ดผักนึ่งจีนลงในวัสดุปลูก เสร็จแล้วกลบเมล็ด และรดน้ำ หลังจากนั้นรดน้ำทุกเช้า และเย็นเป็นเวลา 3 วัน เมื่อเมล็ดงอก (ภาพที่ 3) และแคบใบเลี้ยง นำไปลงระบบอนุบาลกล้า (ค่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร อยู่ในช่วง 0.8 – 1 mS/cm²) เป็นเวลา 5 วัน (ภาพที่ 4)

การลงระบบจริง นำต้นกล้าผักนึ่งจีนที่เตรียมไว้มาปลูกในระบบ NFT โดยใส่ผักนึ่งจีนลงไป ๒ ราง จำนวน 2 ราง รางละ 12 ต้น และใช้สูตรสารละลายธาตุอาหารเหมือนกับกรที่ปลูก ในระบบ DFT ปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารทั้งหมดให้อยู่ใน ช่วง 1.5 – 2.0 mS/cm² และค่าความเป็นกรด และค่าความเป็นด่างอยู่ในช่วง 5.5 – 6.5

การดูแลรักษาและการเก็บเกี่ยว ทำเหมือนกับระบบ DFT

2.4 การแยกเชื้อราที่ปนเปื้อนในระบบปลูกพืชไม่ใช่ดิน

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

โดยใช้วิธี Pour plate technique คุดสารละลายธาตุอาหารพืชที่ต้องการตรวจสอบเชื้อ 1 มล. ใส่ลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA + BNPR (ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบเชื้อ *Phytophthora* spp.) และ PDA + BNPR + Rb (ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบเชื้อ *Pythium* spp.) นำอาหารใส่สารละลายแล้วไปเก็บไว้ ในที่มืดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก อาหารเลี้ยงเชื้อ)

2.4.2 การทำ Baiting technique ในการตรวจตรวจสอบหาเชื้อ *Phytophthora* spp. และเชื้อ

Pythium spp.

ใช้เมล็ดแดงกวาเป็นเหยื่อล่อ (สำหรับ Baiting *Pythium* spp.) โดยคุดสารละลายธาตุอาหารที่ต้องการตรวจหาเชื้อ 1 มล. ใส่ลงไปใน เมล็ดแดงกวา นำเมล็ดแดงกวาที่ใส่สารละลายธาตุอาหารแล้วไปเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใช้ใบพืชที่ปลูกเป็นเหยื่อล่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(สำหรับ Baiting *Phytophthora* spp.) โดยคูดสารละลายธาตุอาหารที่ต้องการตรวจหาเชื้อ 1 มล. ใส่ลงไปในใบพืชที่ปลูก นำใบพืชที่ปลูกที่ใส่สารละลายธาตุอาหาร แล้วไปเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.4.3 การแยกเชื้อราจากสารละลายธาตุอาหาร

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

4. การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การบันทึกข้อมูลระหว่างการปลูก

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

หมายเหตุ : ทำการวัดทุกอาทิตย์

4.2 การบันทึกข้อมูลหลังการเก็บเกี่ยว

1. ชั่งน้ำหนักสดของลำต้น
2. ชั่งน้ำหนักสดของราก

4.3 การตรวจสอบจำแนกเชื้อราในระบบ

เก็บน้ำตัวอย่างสารละลายธาตุอาหาร ไปตรวจเชื้อ

หมายเหตุ : ทำการตรวจวัดทุกอาทิตย์

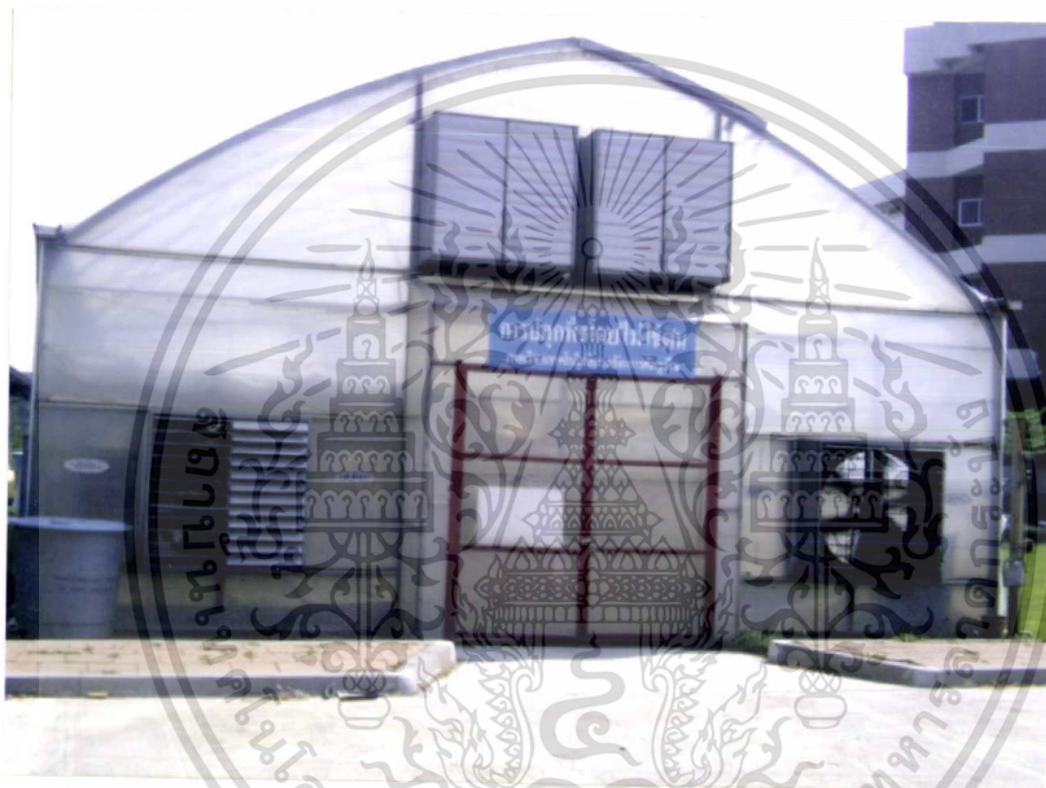
4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

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

สถานที่ทดลองและระยะเวลาการทดลอง

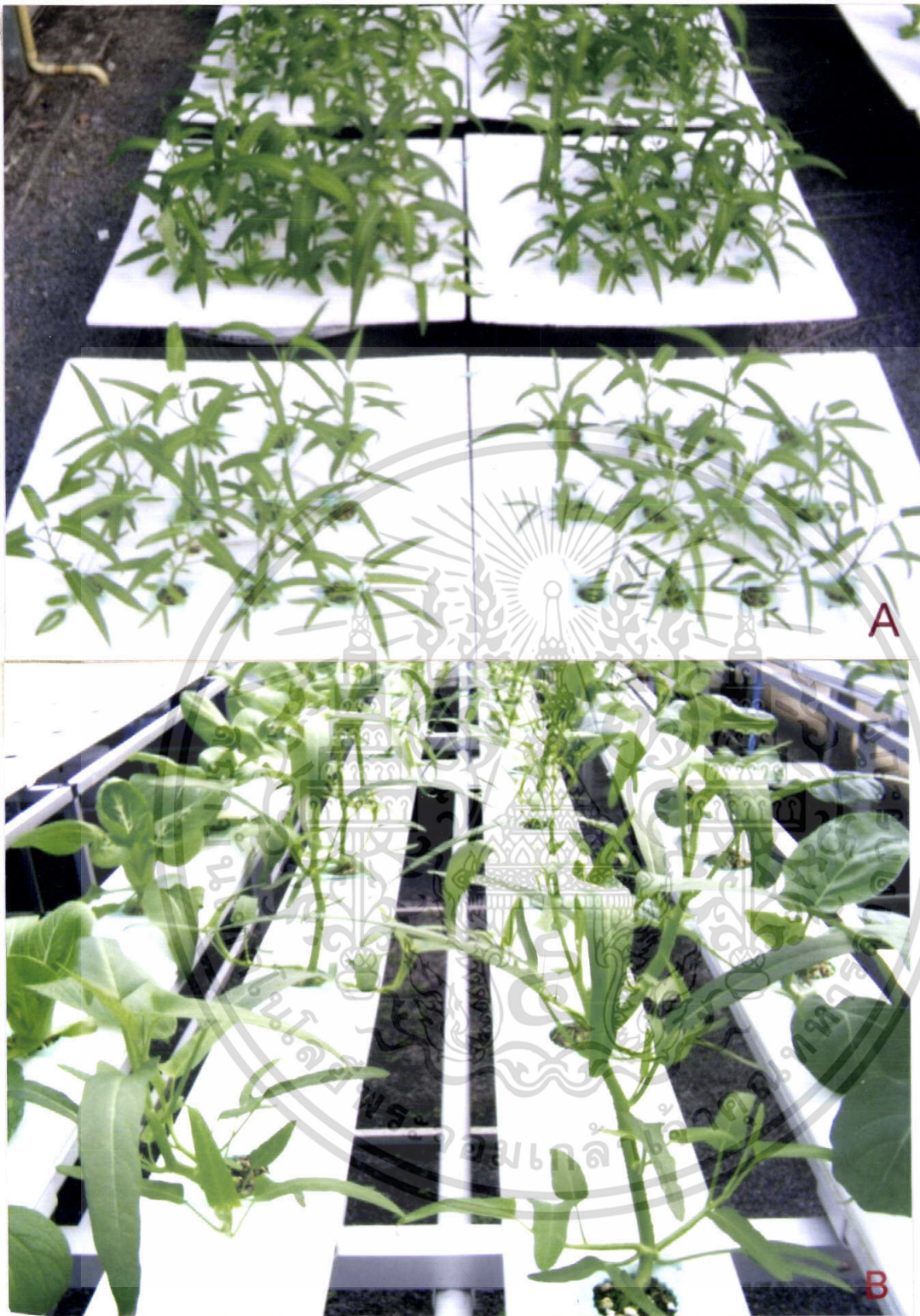
การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการทดลองขึ้นที่ โรงเรียนปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (ระบบปิด) (ภาพที่ 2) คณะ เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระยะเวลาทำการทดลองตั้งแต่ เดือน เมษายน 2548 ถึง กุมภาพันธ์ 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 โรงเรือนปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (ระบบปิด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน(Hydroponics)

- A. ระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ DFT (Deep Flow Technique)
- B. ระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ NFT (Nutrient Film Technique)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แสดงการเจริญเติบโตของฝักนึ่งจีน

A. ต้นกล้าฝักนึ่งที่กำลังงอก

B. ลักษณะต้นกล้าฝักนึ่งที่กำลังงอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 แสดงลักษณะการอนุบาลกล้าของผักบุ้งจีนก่อนลงระบบจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยทางดินเพื่อปลูกผักบุ้งจีนในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน 2 ระบบ คือ ระบบ DFT และ NFT รวมทั้งตรวจสอบเงื่อนไขเบื้องต้นในระบบ และได้มีการปรับอุณหภูมิให้คงที่โดยอัตโนมัติ (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวกอุณหภูมิระบบ และความเข้มแสง) ในโรงเรือนปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบปิด (ภาพที่ 1) จากการทดลองพบว่าทั้ง 2 ปัจจัยมีอิทธิพลต่อการปลูกผักบุ้งจีน ปัจจัย A คือ สารละลายธาตุอาหาร (สารละลาย Soilless Fertilizer, สารละลายธาตุอาหารทางดินสูตร 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16, และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) ปัจจัย B คือระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (DFT และ NFT) จากผลการทดลองการเจริญเติบโต (ความสูง, จำนวนใบ, ความยาวใบ, ความกว้างใบ) ในสัปดาห์ที่ 2 การเจริญเติบโตไม่มีความแตกต่างกันมาก (ตารางที่ 2 ภาพที่ 6, 7, 8, 9 และ 10) ด้านการเจริญเติบโต (ความสูง, จำนวนใบ, ความยาวใบ, ความกว้างใบ) จะเริ่มแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดในสัปดาห์ที่ 3 (ตารางที่ 3 ภาพที่ 6, 7, 8, 9 และ 10) และมีอาการขาดธาตุในปุ๋ยสูตร 24-8-16 (ภาพที่ 17) ในวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิตพบด้านการเจริญเติบโต (ความสูง, จำนวนใบ, ความยาวใบ, ความกว้างใบ, น้ำหนักลำต้นสด และน้ำหนักรากสด) (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวกข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติ) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 4 ภาพที่ 11 และ 12)

ทางด้านการเจริญเติบโต (หลังการเก็บเกี่ยว) ได้ทำการบันทึกความสูงของลำต้นผักบุ้งจีนพบว่า สารละลาย Soilless Fertilizer และ สารละลายธาตุอาหาร 15-15-15 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ผักบุ้งจีนที่ปลูกในสารละลาย Soilless Fertilizer ในระบบ DFT มีความสูงของลำต้น คือ 29.90 NFT 25.16 สารละลายธาตุอาหาร 15-15-15 มีความสูงของลำต้น ในระบบ DFT 28.48 NFT 25.95 เชนคิมตรงตามลำดับ และสารละลายธาตุอาหารทั้งคู่มีความสูงมากกว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรอื่นทั้งในระบบ DFT และ NFT (ตารางที่ 4 ภาพที่ 5)

จำนวนใบ พบว่า สารละลาย Soilless Fertilizer สารละลายธาตุอาหาร 15-15-15 สารละลายธาตุอาหาร 17-17-17 และสารละลายธาตุอาหาร 24-8-16 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ผักบุ้งจีนที่ปลูกในสารละลาย Soilless Fertilizer ในระบบ DFT มีจำนวนใบ คือ 27.7 NFT 19.5 สารละลายธาตุอาหาร 15-15-15 มีจำนวนใบในระบบ DFT 28 NFT 19.5 สารละลายธาตุอาหาร 17-17-17 มีจำนวนใบในระบบ DFT 25.5 NFT 24.37 และสารละลายธาตุอาหาร 24-8-16 มีจำนวนใบในระบบ DFT 26.12 NFT 40.3 ใบ (ตารางที่ 4 ภาพที่ 5)

ความกว้างใบ พบว่า สารละลาย Soilless Fertilizer และสารละลายธาตุอาหาร 15-15-15 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ผักบุ้งจีนที่ปลูกในสารละลาย Soilless Fertilizer ในระบบ DFT มีความกว้างของใบ คือ 3.55 NFT 2.49 สารละลายธาตุอาหาร 15-15-15 ในระบบ DFT

3.16 NFT 2.72 เซนติเมตรตามลำดับ และสารละลายธาตุอาหารทั้งคู่มีความกว้างใบมากกว่า สารละลายธาตุอาหารสูตรอื่นทั้งในระบบ DFT และ NFT (ตารางที่ 4 ภาพที่ 5)

ความยาวใบ พบว่า สารละลาย Soiless Fertilizer และสารละลายธาตุอาหาร 15-15-15 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ ผักบุ้งจีนที่ปลูกในสารละลาย Soiless Fertilizer ในระบบ DFT มีความยาวใบ คือ 15.59 NFT 13.77 สารละลายธาตุอาหาร 15-15-15 ในระบบ DFT 14.97 NFT 13.77 เซนติเมตร และสารละลายธาตุอาหารทั้งคู่มีความยาวใบมากกว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรอื่นทั้งในระบบ DFT และ NFT (ตารางที่ 4 ภาพที่ 5)

น้ำหนักสดลำต้น พบว่า สารละลายธาตุอาหาร 15-15-15 มีน้ำหนักสดลำต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ กล่าวคือ ผักบุ้งจีนที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 15-15-15 ในระบบ DFT มีน้ำหนักสดลำต้น คือ 35.31 NFT 24.95 กรัม (ตารางที่ 4 ภาพที่ 5)

น้ำหนักรากสด พบว่า สารละลายธาตุอาหาร 15-15-15 มีน้ำหนักรากสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ กล่าวคือ ผักบุ้งจีนที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 15-15-15 ในระบบ DFT มีน้ำหนักรากสด คือ 9.01 NFT 8.41 กรัม (ตารางที่ 4 ภาพที่ 5)

น้ำหนักรวม พบว่า สารละลายธาตุอาหาร 15-15-15 มีน้ำหนักรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ กล่าวคือ ผักบุ้งจีนที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 15-15-15 ในระบบ DFT มีน้ำหนักรวม คือ 44.32 NFT 8.41 กรัม (ตารางที่ 4 ภาพที่ 5)

ทางด้าน การตรวจสอบเชื้อ ในระหว่างการปลูกพืชได้มีการนำสารละลายธาตุอาหารมา ตรวจสอบเชื้อประจำทุกสัปดาห์ พบว่า สารละลายธาตุ Soiless Fertilizer, สารละลายธาตุอาหาร 15-15-15, สารละลายธาตุอาหาร 17-17-17, สารละลายธาตุอาหาร 24-8-16 พบเชื้อ *Aspergillus* spp., (ภาพที่ 14) *Penicillium* spp., (ภาพที่ 15) *Trichoderma* spp. (ภาพที่ 16)

มีเพียง สารละลายธาตุอาหารปุ๋ยอินทรีย์น้ำพบเชื้อ *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp. และ *Fusarium* spp. (ตารางที่ 5) (ภาพที่ 17) (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก อนุกรมวิธานของเชื้อ)

กองส่งเสริมการเกษตร
สำนักงานเกษตรจังหวัดบุรีรัมย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในสารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (Soilles Fertilizer, 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) ในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ DFT และ NFT (สัปดาห์ที่ 2)

ปัจจัยการทดลอง		สัปดาห์ที่ 2			
สารละลายธาตุอาหาร	ระบบ	ความสูง (เซนติเมตร)	จำนวนใบ	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)
Soiless Fertilizer	DFT	16.06a ^M	6.54bc	1.47ab	8.78a
	NFT	13.68a	5.41bc	1.44ab	8.55a
15- 15- 15	DFT	15.45a	6.45a	1.43a	8.37a
	NFT	14.19a	6.41a	1.67a	8.16a
17- 17- 17	DFT	13.57a	6.12bc	1.32b	8.08a
	NFT	12.49a	5.79bc	1.25b	7.98a
24-8-16	DFT	15.13b	6.41ab	1.27b	7.68a
	NFT	14.45b	6.16ab	1.28b	7.40a
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	10.17c	5.54c	0.83c	5.70b
	NFT	10.50c	5.79c	0.93c	5.25b
ค่าเฉลี่ยในแต่ละสารละลายธาตุอาหาร					
Soiless Fertilizer		14.87	6.43	1.45	7.40
15- 15- 15		14.82	6.29	1.55	8.58
17- 17- 17		14.79	5.97	1.28	7.68
24-8-16		13.03	5.95	1.27	8.16
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ		10.33	5.66	0.88	5.70
ค่าเฉลี่ยในแต่ละระบบ					
DFT		14.07	6.21	1.31	7.72
NFT		13.06	5.91	1.26	7.46
F-test					
Source of variance					
สารละลายธาตุอาหาร(A)		**	**	**	**
ระบบ(B)		**	**	ns	**
AxB		ns	**	ns	ns

^M = ค่าเฉลี่ยจาก 24 ต้นที่ตามด้วยอักษรต่างกันในกลุ่มนี้เดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

โดยวิธี DMRT

ns = non significant at 95 %

* = significant at 95 %

* = highly significant at 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงการเจริญเติบโตของผักบั้งจีนในสารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (Soilles Fertilizer, 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) ในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ DFT และ NFT (สัปดาห์ที่ 3)

ปัจจัยการทดลอง		สัปดาห์ที่ 3			
สารละลายธาตุอาหาร	ระบบ	ความสูง (เซนติเมตร)	จำนวนใบ	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)
soiless Fertilizer	DFT	29.9a ^L	27.7b	3.55a	15.59a
	NFT	25.16a	19.5b	2.49a	13.77a
15- 15- 15	DFT	28.48a	28ab	3.16a	14.97a
	NFT	25.59a	27.45ab	2.72a	14.47a
17- 17- 17	DFT	23.48b	25.5b	2.77b	14.28b
	NFT	23.44b	24.37b	2.33b	13.22b
24-8-16	DFT	22.23b	26.12b	2.53b	13.50b
	NFT	25.15b	40.3b	2.67b	14.39b
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	14.27c	16.3c	1.58c	11.18c
	NFT	12.38c	8c	1.08c	7.91c
ค่าเฉลี่ยในแต่ละสารละลายธาตุอาหาร					
standard		27.53	23.604	3.02	14.72
15- 15- 15		27.03	27.729	2.94	14.68
17- 17- 17		23.69	24.93	2.60	13.95
24-8-16		23.46	33.25	2.55	13.75
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ		13.29	12.16	1.33	9.55
ค่าเฉลี่ยในแต่ละระบบ					
DFT		23.67	24.73	2.72	13.91
NFT		22.35	23.94	2.26	12.75
F-test					
Source of variance					
สารละลายธาตุอาหาร(A)		**	**	**	**
ระบบ(B)		**	ns	**	**
AxB		**	*	**	**

L/ = ค่าเฉลี่ยจาก 24 ต้นที่ตามด้วยอักษรต่างกัน ในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยวิธี DMRT

ns = non significant at 95 %

* = significant at 95 %

** = highly significant at 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

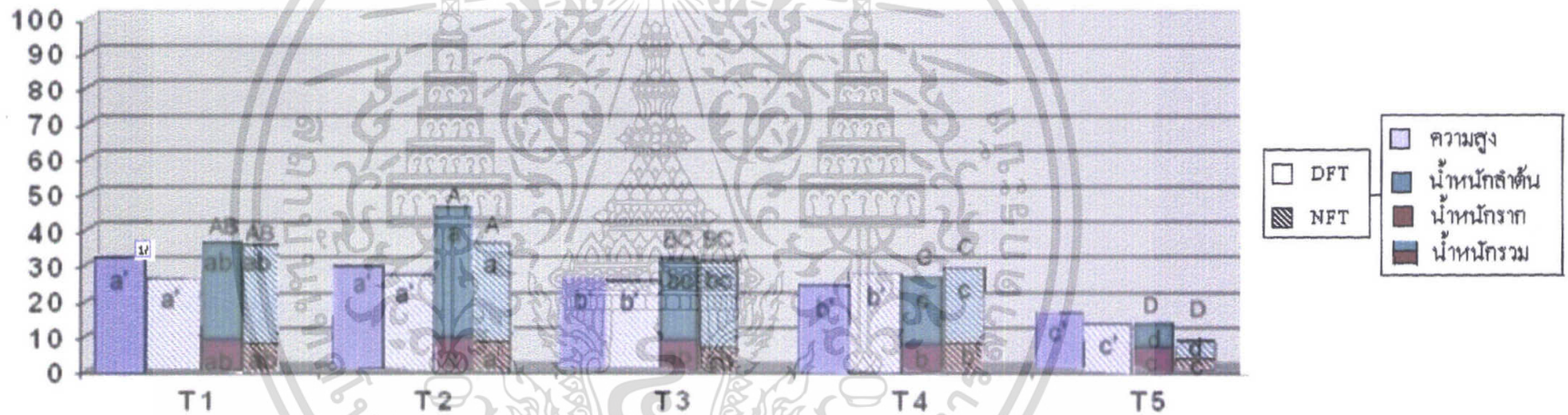
ตารางที่ 4 แสดงการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในสารละลายธาตุอาหาร 5 สูตร (Soilles Fertilizer, 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ) ในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ DFT และ NFT (หลังการเก็บเกี่ยว)

สารละลายธาตุอาหาร	ระบบปลูก	การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน						
		ความสูง (เซนติเมตร)	จำนวนใบ (ใบ)	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)	น้ำหนักต้น (กรัม)	น้ำหนักราก (กรัม)	น้ำหนักรวม (กรัม)
soilless Fertilizer	DFT	29.9a ^L	27.7b	3.55a	15.59a	24.80ab	8.61ab	33.42ab
	NFT	25.16a	19.5b	2.49a	13.77a	25.31ab	7.72ab	33.07ab
15-15-15	DFT	28.48a	28ab	3.16a	14.97a	35.31a	9.01a	44.32a
	NFT	25.59a	27.45ab	2.72a	14.47a	24.95a	8.41a	33.36a
17-17-17	DFT	23.48b	25.5b	2.77b	14.28b	20.45bc	8.57ab	29.03bc
	NFT	23.44b	24.37b	2.33b	13.22b	22.40bc	7.27ab	29.67bc
24-8-16	DFT	22.23b	26.12b	2.53b	13.50b	16.85c	7.28b	24.13c
	NFT	25.15b	40.3b	2.67b	14.39b	19.11c	8.18b	27.29c
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	14.27c	16.3c	1.58c	11.18c	5.42d	5.63c	11.06d
	NFT	12.38c	8c	1.08c	7.91c	3.84d	2.92c	6.75d
Source of variance		F-test						
สารละลายธาตุอาหาร (A)		**	**	**	**	**	**	**
ระบบ (B)		**	ns	**	**	ns	**	ns
Main (AxB)		**	*	**	**	ns	**	ns

L = ค่าเฉลี่ยจาก 24 ต้นที่ตามด้วยอักษรต่างกันในกลุ่มนี้เดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยวิธี DMRT

ns = non significant at 95 % * = significant at 95 % ** = highly significant at 95 %

(เซนติเมตร)หรือ(กรัม)



ภาพที่ 5 แสดงกราฟการเจริญเติบโตของตักบั้งจีน (ตักบั้งจีน) ในสารละลายธาตุอาหารธาตุอาหาร 5 สูตร (Soiless Fertilizer (T1), 15-15-15 (T2), 17-17-17 (T3), 24-8-16 (T4), ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (T5)) ในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ DFT และ NFT

L = ค่าเฉลี่ยจาก 24 ต้นที่ตามด้วยอักษรต่างกัน ในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 5 แสดงเชื้อราที่ตรวจพบในสารละลายธาตุอาหารสูตร Soiless Fertilizer, 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16, ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT และ NFT

สารละลายธาตุอาหาร ระบบ	เชื้อราที่ปนเปื้อน				
	<i>Aspergillus spp.</i>	<i>Trichoderma spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>	
Soilles Fertilizer	DFT	+	+	+	+
	NFT	+	+	+	+
15-15-15	DFT	+	+	+	+
	NFT	+	+	+	+
17-17-17	DFT	+	+	+	+
	NFT	+	+	+	+
24-8-16	DFT	+	+	+	+
	NFT	+	+	+	+
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	+	+	+	-
	NFT	+	+	+	-

* ทำการตรวจสอบทุกสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 แสดงการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน (สัปดาห์ที่ 2 และ 3) ในสารละลายธาตุอาหาร

Soiless Fertilizer ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT และ NFT

- A. การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในระบบ DFT ในสัปดาห์ที่ 2
- B. การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในระบบ DFT ในสัปดาห์ที่ 3
- C. การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในระบบ NFT ในสัปดาห์ที่ 2
- D. การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในระบบ NFT ในสัปดาห์ที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 แสดงการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน (สัปดาห์ที่ 2 และ 3) ในสารละลายธาตุอาหาร

15-15-15 ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT และ NFT

- A. การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในระบบ DFT ในสัปดาห์ที่ 2
- B. การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในระบบ DFT ในสัปดาห์ที่ 3
- C. การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในระบบ NFT ในสัปดาห์ที่ 2
- D. การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในระบบ NFT ในสัปดาห์ที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 แสดงการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน (สัปดาห์ที่ 2 และ 3) ในสารละลายธาตุอาหาร

17-17-17 ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT และ NFT

A. การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในระบบ DFT ในสัปดาห์ที่ 2

B. การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในระบบ DFT ในสัปดาห์ที่ 3

C. การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในระบบ NFT ในสัปดาห์ที่ 2

D. การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในระบบ NFT ในสัปดาห์ที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 แสดงการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน (สัปดาห์ที่ 2 และ 3) ในสารละลายธาตุอาหาร 24-8-16 ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT และ NFT

- A. การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในระบบ DFT ในสัปดาห์ที่ 2
- B. การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในระบบ DFT ในสัปดาห์ที่ 3
- C. การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในระบบ NFT ในสัปดาห์ที่ 2
- D. การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในระบบ NFT ในสัปดาห์ที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 แสดงการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน (สัปดาห์ที่ 2 และ 3) ในสารละลายอาหาร

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำในระบบปลูกพืช โดยไม่ใช้ดินแบบ DFT และ NFT

- A. การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในระบบ DFT ในสัปดาห์ที่ 2
- B. การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในระบบ DFT ในสัปดาห์ที่ 3
- C. การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในระบบ NFT ในสัปดาห์ที่ 2
- D. การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในระบบ NFT ในสัปดาห์ที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในแต่ละสารละลายธาตุอาหารในระบบ DFT ได้แก่ Soilless Fertilizer, 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ
 A. แสดงการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน
 B. แสดงลักษณะรากของผักบุ้งจีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในแต่ละสารละลายธาตุอาหารในระบบ NFT ได้แก่ Soiless Fertilizer, 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

A. แสดงการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน

B. แสดงลักษณะรากของผักบุ้งจีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

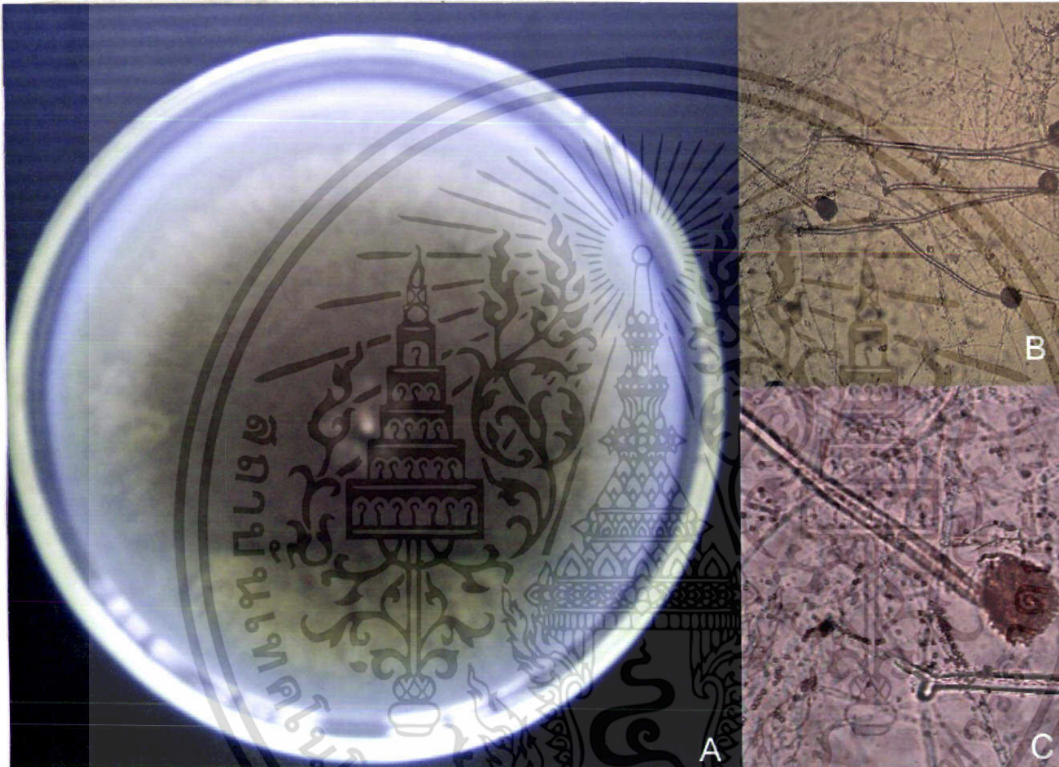


ภาพที่ 13 แสดงอาการขาดธาตุอาหารของผักนึ่งจีน

A. ลักษณะอาการขาดธาตุผักนึ่งจีนหน้าใบ

B. ลักษณะอาการขาดธาตุผักนึ่งจีนหลังใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

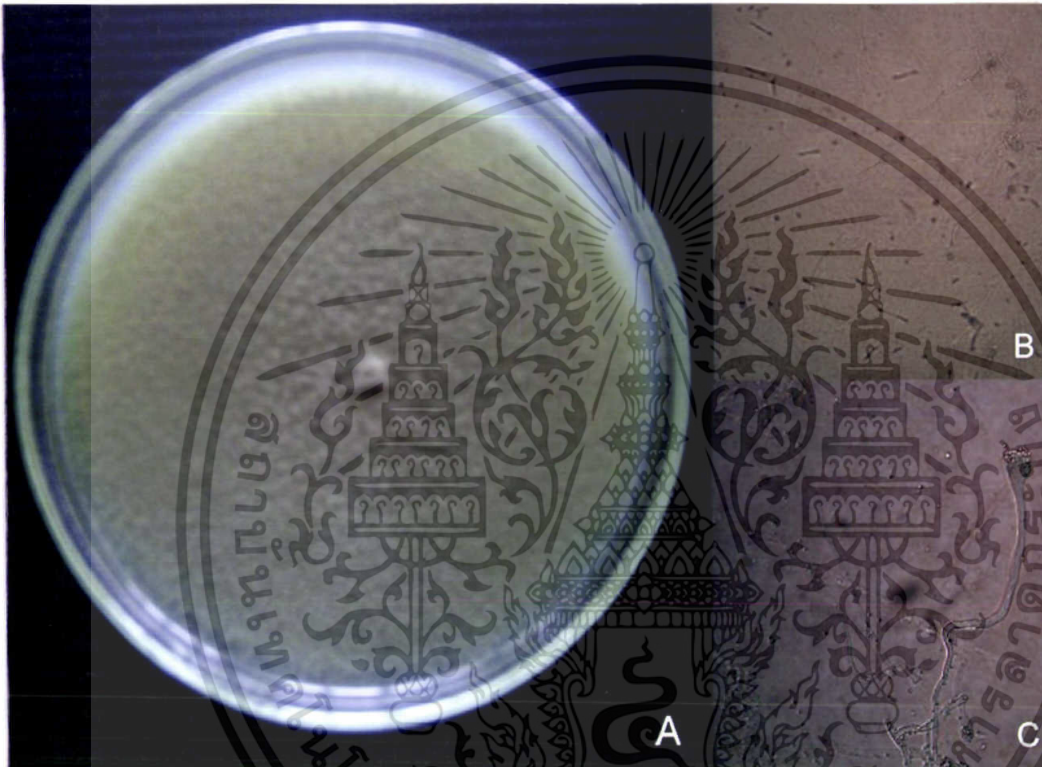


ภาพที่ 14 เชื้อ *Aspergillus* spp. ที่ตรวจพบในทุกระยะสายธาตุอาหาร ได้แก่ Soilless Fertilizer,

15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำพบในระบบ DFT และ NFT

- A. แสดงลักษณะ Colony บนอาหาร PDA
- B. แสดงลักษณะ Phialophore และ Phialospore (10X)
- C. แสดงลักษณะ Conidia และ Phialospore (40X)

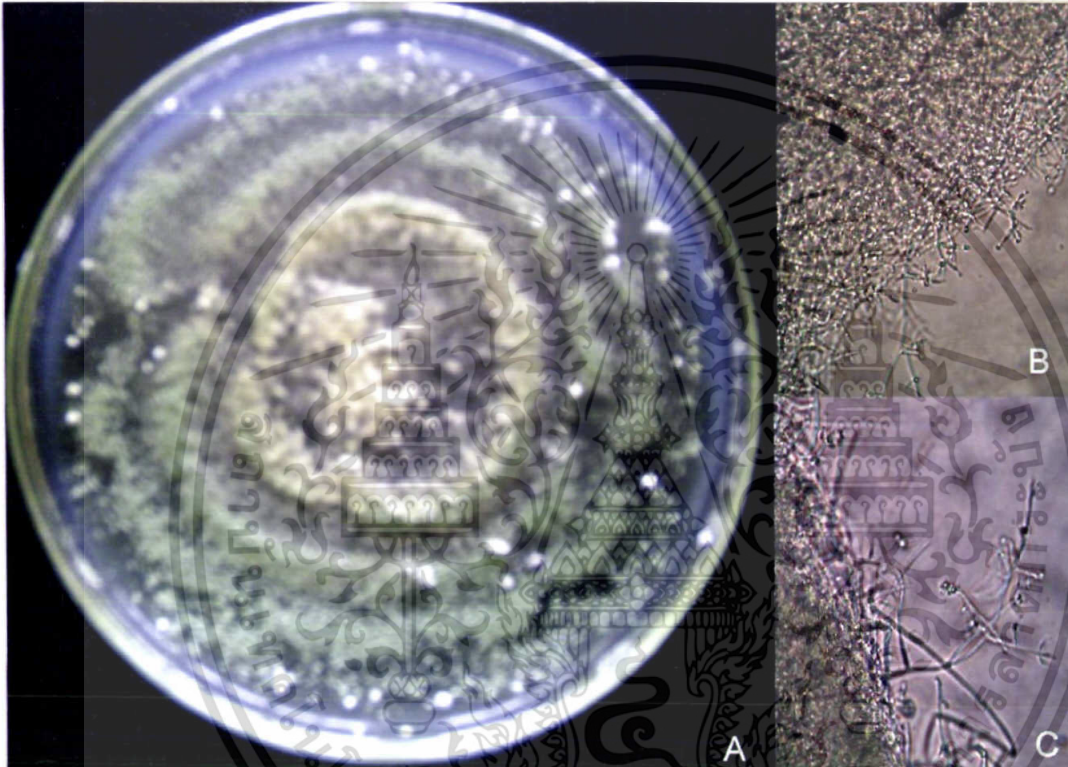
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 15 เชื้อ *Penicillium* spp. ที่ตรวจสอบพบในทุกสารละลายธาตุอาหาร ได้แก่ Soilless Fertilizer, 15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ พบในระบบ DFT และ NFT

- A. แสดงลักษณะ Colony บนอาหาร PDA
- B. แสดง Hypae และ Conidia (10X)
- C. แสดงลักษณะ Hypae, Sterigmata และ Conidia (40X)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 16 เชื้อ *Tichoderma* spp. ที่ตรวจสอบพบในทุกสารละลายธาตุอาหาร ได้แก่ Soilless Fertilizer,

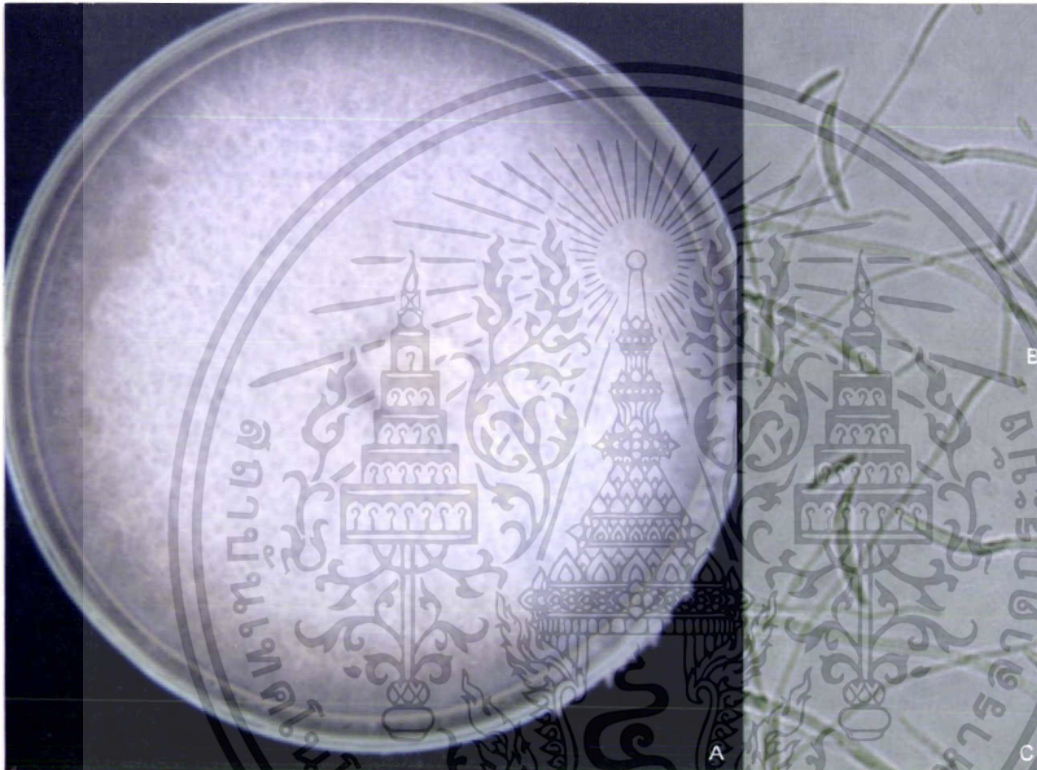
15-15-15, 17-17-17, 24-8-16 และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ พบในระบบ DFT และ NFT

A. แสดงลักษณะ Colony บนอาหาร PDA

B. แสดงลักษณะ Hyphae และ Phialospore (40X)

C. แสดงลักษณะ Hyphae และ Phialospore (40X)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 17 เชื้อ *Fusarium* spp. ที่ตรวจสอบพบในสารละลายธาตุอาหารปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ในระบบ DFT และ NFT

A. แสดงลักษณะ Colony บนอาหาร PDA

B. แสดงลักษณะ Hyphae และ Conidia (40X)

C. แสดงลักษณะ Hyphae และ Conidia (40X)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยทางดินเพื่อปลูกผักบั้งจีนในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รวมทั้งตรวจสอบเปรียบเทียบในระบบ พบว่าปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15, 17-17-17 และ 24-8-16 สามารถนำมาทดแทนสารละลาย Soilless Fertilizer ได้ เป็นที่น่าพอใจ กล่าวคือ ความสูงลำต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนักลำต้นสด และน้ำหนักรากสด ให้ผลออกมาในเกณฑ์ที่ดี สอดคล้องกับการทดลองของ Jaenaksom and Ikeda/ (2001) ได้นำปุ๋ยทางดิน ที่เป็นแหล่งธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มาเตรียมสารละลายธาตุอาหาร สำหรับปลูกผักบรีโกลไบในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน และพบว่าให้ผลเป็นที่น่าสนใจเช่นเดียวกับ พรประพา (2544) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยทางดินสูตร 13-13-21 มาใช้ในการปลูกพืช โดยไม่ใช้ดิน ได้มีการปลูก ผักกาดหอม ผักโขม ผักกวางตุ้ง ผักขึ้นฉ่าย และผักชี พบว่าสามารถปลูกได้เป็นที่น่าพอใจ และส่วนทางด้านค่าใช้จ่าย โดยเฉพาะค่าใช้จ่ายในการเตรียมปุ๋ยสามารถลดต้นทุนได้ระดับหนึ่ง มีความสะดวกในการหาซื้อง่าย และเกษตรกรรู้จักเป็นอย่างดี พบว่าถ้าปลูกผักบั้งจีนในระบบ DFT จะมีต้นทุนค่าใช้จ่ายอุปกรณ์ต่ำกว่า ระบบ NFT อีกทั้งยังให้ผลผลิตที่ดีกว่าปลูกในระบบ NFT และยังสามารถดัดแปลงให้ปลูกชนิดกัน ได้มาก เพื่อเพิ่มจำนวนผลผลิตได้อีก

ในการทดลองพบว่า สารละลายธาตุอาหาร 17-17-17 และ 24-8-16 จะมีการปลดปล่อยธาตุอาหารอยู่ตลอดเวลา ทำให้ปริมาณธาตุอาหารเพิ่มสูงขึ้นและค่า pH เพิ่มสูงขึ้น อาจเป็นอันตรายต่อพืชได้ ทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโตและอาจตายได้ ดังนั้นจึงควรตรวจสอบความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารทุกเช้าเย็น และทำการปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ให้อยู่ในช่วง 1.5 – 2.0 mS/cm² และ ค่าความเป็นกรด และ ด่างอยู่ในช่วง 5.5 – 6.5 ลักษณะอาการขาดธาตุอาหาร(ภาพที่ 13) พบว่าจะเกิดขึ้นกับปุ๋ยทางดินทุกสูตร แต่เมื่อใส่ธาตุอาหารเสริมเข้าไป พบว่าไม่มีลักษณะอาการขาดธาตุแต่อย่างใด ส่วนในปุ๋ยอินทรีย์น้ำ มีปัญหาการเจริญเติบโต ผักบั้งจีนที่ปลูกในสารละลายปุ๋ยอินทรีย์น้ำ จะเจริญเติบโตช้ากว่าสารละลายธาตุอาหารสูตรอื่น ๆ เนื่องจาก ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารต่ำ แต่ถ้าเพิ่มปริมาณปุ๋ยมากเกินไป จะทำให้มีธาตุอาหารมาเกาะติดบริเวณราก ทำให้พืชไม่สามารถดูดธาตุอาหาร และตายในที่สุด

ด้านการสำรวจโรคและตรวจสอบเชื้อราที่ปนเปื้อนในระบบพบว่าผักบั้งจีนที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ไม่มีการเกิดโรค เนื่องจากปลูกในโรงเรือนระบบปิด ส่วนการตรวจสอบเชื้อราที่ปนเปื้อนในระบบ พบว่า เชื้อราส่วนมากเป็นเชื้อที่ไม่ก่อให้เกิดโรคแต่อย่างใด จึงไม่เป็นอันตรายต่อผักบั้งจีน

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยทางดินเพื่อปลูกผักบึงจีนในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รวมทั้งการตรวจสอบเชื้อปนเปื้อน โดยมุ่งเน้นการนำปุ๋ยทางดิน (Soil Fertilizer) เพื่อมาทดแทนสารละลาย Soiless Fertilizer ปุ๋ยทางดินที่สามารถนำมาปลูกผักบึงจีนเพื่อทดแทนสารละลาย Soiless Fertilizer ได้ดีที่สุด คือ สารละลายธาตุอาหารสูตร 15-15-15 รองลงมาคือ 17-17-17 และ 24-8-16 ตามลำดับ พบว่าน้ำหนักรวมของสารละลายธาตุอาหารสูตร 15-15-15 มากกว่าสารละลาย Soiless Fertilizer ในด้านระบบปลูกพืช ผลผลิตผักบึงจีนในระบบ DFT ให้ผลผลิตดีกว่าปลูกในระบบ NFT

การตรวจสอบเชื้อในระบบ DFT และ NFT ทุกสารละลายธาตุอาหาร มีเชื้อรา *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. และ *Trichoderma* spp. มีเพียงบิวอินทรีย์น้ำ เพียงอย่างเดียวที่พบ *Fusarium* spp. เพิ่มขึ้นมา และเชื้อทั้งหมดไม่ทำให้เกิดโรคแต่อย่างใด ในขณะที่ทำการปลูก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2540 . เอกสารการปลูกผักสวนครัว. น 20-25
- ดิเรก ทองอร่าม. 2546. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน : หลักการจัดการการผลิตและเทคโนโลยีการผลิต
เชิงธุรกิจในประเทศไทย ซีเอ็ดดูเคอร์น จำกัด. กรุงเทพฯ.
- ถนิมนันต์ เจนอักษร. 2538. เทคโนโลยีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. วารสารวิจัยพัฒนาการเกษตร. 2(2)
: หน้า 61 – 63.
- ถนิมนันต์ เจนอักษร และ ศุภชัย รตโนภาส. 2538. อิทธิพลของความเข้มข้นสารละลายต่อการเจริญ
เติบโตของสาระแนในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. หน้า 103 - 123. ใน : รายงานการ
ประชุมวิชาการผักแห่งชาติครั้งที่ 14. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สมาคมวิทยา
ศาสตร์ การเกษตรแห่งประเทศไทย และกรมส่งเสริมการเกษตร.
- ถวิล สุขวงศ์. 2546. การปลูกพืชไม่ใช้ดิน. หจก.พี.เอ็น.เค.การพิมพ์., กรุงเทพฯ.123 หน้า
- โสระยา ร่วมรังสี. 2544. การผลิตพืชสวนแบบไม่ใช้ดิน. โอเคียนส โตร์, กรุงเทพฯ. 78 หน้า
- พรหมมาศ คูหากาญจน์, ศุภชัย รตโนภาส และ ถนิมนันต์ เจนอักษร. 2539. การแพร่กระจายของ
เชื้อราบางชนิดในสารละลายหมุนเวียน ของระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน วารสารเกษตรพระ
จอมเกล้าฯ
- พรประ คงตระกูล. การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยทางดินสูตร 13-13-21 เพื่อปลูกผักบาง
ชนิดในระบบDeep Flow Technique(DFT) แบบเป่าอากาศและไม่เป่าอากาศ. ปัญหาพิเศษ
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช. บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2544
- อิทธิสุนทร นันทกิจ .2538. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- อรุณรักษ์ พ่วงผล. 2542. พืชผักสวนครัวเสริมรายได้. หจก.กิจศึกษาเทรดดิ้ง. กรุงเทพฯ.109 หน้า.
- Adam, P.and G. Winson 1987. Glasshouse Crops. Her Majesty's Stationary Office, London 105 P
- Benoit, F. Practical Guide for Simple Soilless Culture Techniques. Sint-KatelijneWaver: European
Vegetable R.D Center
- Bunt, A.C. 1976. Modern Potting Compost: A Manual on The Preparation and Use Of Growing
Media of Pot Plant. Georte Allen and Unwin, London. 277 p.
- Edwards,C.K. 1922. MeThod and apparatus for Hydroponics cultivation.Multimutrient
Fertilizwes 56 (3) :371.
- Ikeda, H. et al. 1995. "Year round production of spinach by NFT and DFT in greenhouse" Act
Horticulturae. 396: 257 -264.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- George N. Agrios. 1997. Plant Pathology. 4th ed. Department of Plant Pathology, University of Florida. 635pp.
- Jaenaksorn T. and Ikeda, H. 2001 "Possibility of substituting soilless fertilizer with soil fertilizer for growing leafy vegetables in hydroponics." C3 in Alsanius, B., Jensen, P. and Asp, H. International Symposium on Growing Media and Hydroponics. Sweden: ISHS.
- Jensen H.M. 1999. Hydroponics worldwide. In: Papadopoulos A.P. (ed), Proceedings of International Symposium Growing Media and Hydroponics. Acta Hort. 481 pp.
- Jones J.B., Jr. 1997. Hydroponics : A Practical Guide for the Soilless Grower. Florida : St. Lucie Press.
- 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 *Muscodora albus*. Crop Protection 24 : 355-362
- Miguel Urrestarazu, Pilar Carolina Mazuela. 2005. Effect of slow-release oxygen supply by fertigation on horticultural crops under soilless culture. Scientia Horticulturae. P 484-490
- Muckle, M. E. 1995 Basic Hydroponics. For the do-it yourselfer. British Columbia : Growers Press Inc.
- Rcuveni, R. and Reeveni, M. 1998. Foliar Fertilizer therapy- a concept in integrated pest Management. Crop Prot. 17. 247-251.
- Roland Bernhard, Jos A.C. Verkleij. 2005. Plant-specific responses to zinc contamination in a semi-field lysimeter and on hydroponics.
- Sangkyu Park, Youn Kyoung Ku, 2005 The characterization of bacterial community structure in the rhizosphere of watermelon (*Citrullus vulgaris* SCHARD) using culture - based approaches and terminal fragment length polymorphism (T- RFLP)
- Schwarz, M. 1995. Soilless Culture Management. Berlin Heidelberg : Springer-Verlag.
- Schwarz, D. and Grosch, R. 2003. Influence of nutrient solution concentration and a root pathogen (*Pythium aphanidermatum*) on tomato root growth and morphology. Scientia Horticulturae 97 : 109-120
- Stanghellini, M.E. and Rasmussen, S.L. 1994. Hydroponics : A solution for zoosporic pathogen. Plant Disease. 78(12): 1129-1138.
- 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

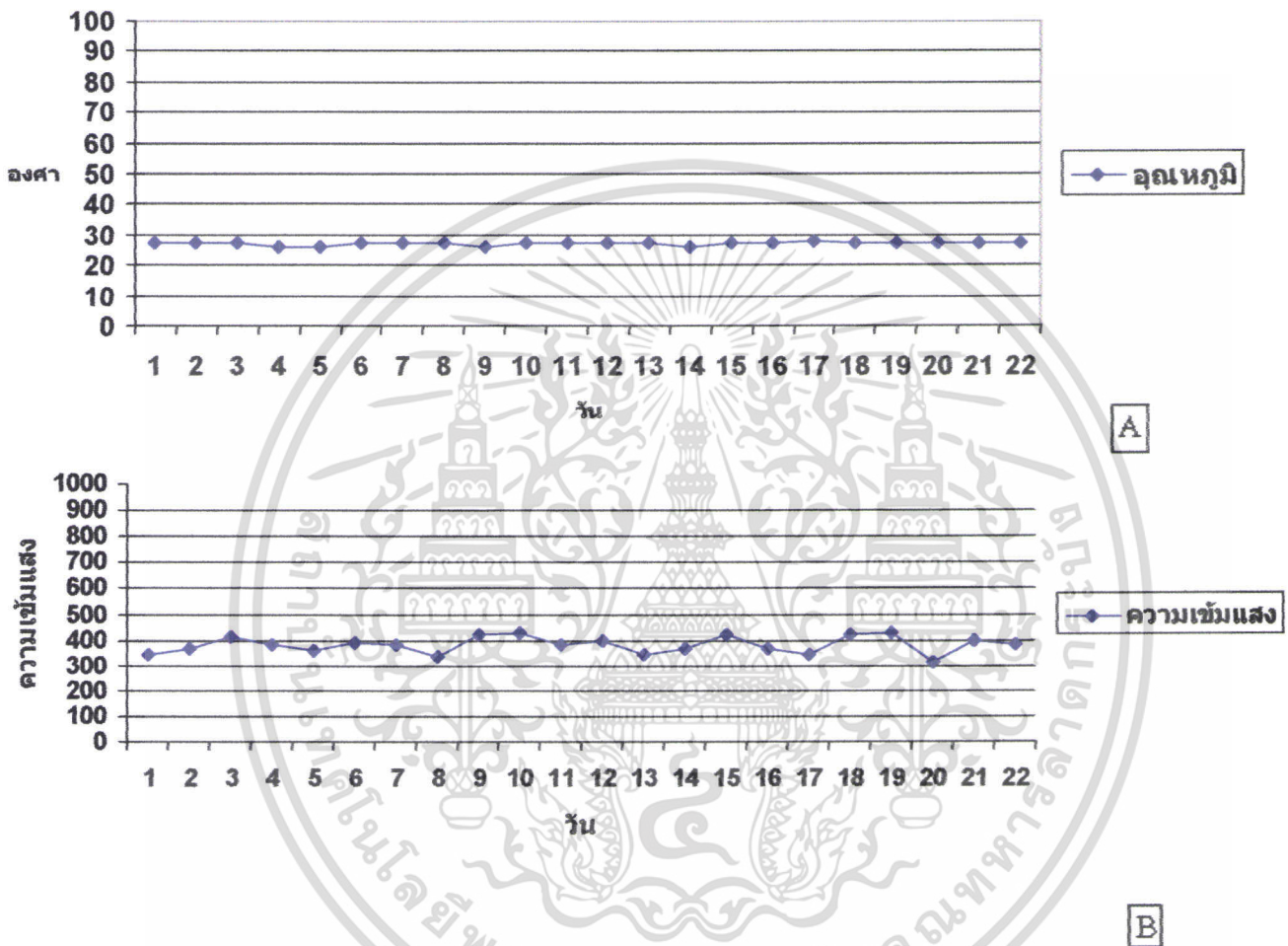


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวกที่ 1 : คู่มือมีระบบ และความเข้มแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ 1 แสดงอุณหภูมิ และความเข้มแสงในโรงเรียนปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ระบบปิด

A. อุณหภูมิ

B. ความเข้มแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 สารละลายธาตุอาหาร Soilless Fertilizer

สารละลายธาตุอาหารความเข้มข้น 100 เท่า ปริมาณ 10 ลิตรประกอบด้วย

Stock A

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	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
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	3.4	กรัม
$\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.38	กรัม
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	2.30	กรัม
H_3BO_3	5.70	กรัม
Na_2MoO_4	0.24	กรัม

2 สารละลายธาตุอาหารสูตร 15-15-15

สารละลายธาตุอาหารสูตร 15- 15- 15 ความเข้มข้น 1000 ลิตรประกอบด้วย

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	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

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	1168.57	กรัม
MgSO_4	502.57	กรัม
K_2SO_4	970	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ₂ SO 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	%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวกที่ 3 : ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงความสูงของผักบุ้งจีนในสัปดาห์ที่ 2 ต้นที่ 1 - ต้นที่ 12

ปุ๋ย	ระบบ	ความสูง(ซ.ม)											
		ต้นที่											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
soiless	DFT	16	14	18.3	15.9	12.3	16.3	16.4	16.7	17.9	16.5	20	16.3
	NFT	10.2	14	3	17	5	16.9	11.5	16.9	12.1	17.1	178.2	15.6
15-15-15	DFT	17.1	12.2	14.7	17	15.1	15.8	22	19.3	15.5	18.4	17.9	15.1
	NFT	18.5	11.6	17.6	9.5	8.2	13.9	11.7	20	10.6	12.7	12	13.9
17-17-17	DFT	14	16.3	9	14.6	13.5	12.7	13.4	16.1	15	16.1	14.1	13.5
	NFT	11.7	14.1	13.9	18.3	10.1	6.7	14	13.1	10.2	12.2	13.5	12.8
24-8-16	DFT	15.9	16	15	15.9	13.4	17.8	14.3	17.9	18.5	14.6	15.2	19.1
	NFT	10.5	20.3	17.5	12.4	15.3	14.2	19.5	10.6	10.7	12	12.1	18
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	5.5	12.7	12.8	10.7	11.9	9	11.9	11.9	10.4	9.4	9.9	11.4
	NFT	10.4	11.3	10.2	9.4	10.5	11.6	8.1	8.5	8.4	13.5	11.1	10.2

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงความสูงของผักบุ้งจีนในสัปดาห์ที่ 2 ต้นที่ 13 - ต้นที่ 24

ปุ๋ย	ระบบ	ความสูง(ซ.ม)											
		ต้นที่											
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
soiless	DFT	17.5	18	15.6	17.5	20.2	14.2	16.8	14.5	12.5	11.6	17.1	13.4
	NFT	12.1	14.3	12.7	9.2	9.7	13.5	13.2	13.2	17.2	16.2	14.1	17.8
15-15-15	DFT	18.5	12.9	13.9	17.9	18.9	12.7	15	13.7	15.1	9.3	10.1	12.7
	NFT	18.6	18.5	16.3	13	14	18.1	16.3	11.1	12.7	16.1	8.7	17
17-17-17	DFT	9.7	12.8	14.9	16	10.1	16.2	10.9	9.8	12.4	16.9	15.8	11.9
	NFT	13.7	14.9	8.1	14.2	13.1	10.9	13.5	13.1	12.9	8.5	14.4	11.9
24-8-16	DFT	17.2	13.6	13.6	13.4	11.9	12.3	16	15.5	12.4	14.9	15.2	13.7
	NFT	14.5	13.1	12.7	12.2	11.9	14.2	18	16	16.7	10.6	17.3	16.7
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	7.9	10	5.1	10.2	12.1	11.1	12.2	9	9.7	12.1	7.3	9.9
	NFT	12.5	11	10	11.1	11.4	9	10	9.7	11.3	8.7	12.3	12

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงผักบุ้งจีนในสัปดาห์ที่ 2 ต้นที่ 1-ต้นที่ 24

SOV	DF	SS	MS	F-value
Treatment	9	851.62	94.62	14.06
สูตรปุ๋ยทางดิน (A)	4	744.05	186.01	27.65 ^{**}
ระบบปลูก (B)	1	61.3	61.30	9.11 ^{**}
AxB	4	46.23	11.56	1.72 ^{ns}
Error	230	1547.57	6.72	
Total	239	2399.19		

C.V.= 19.11 %

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงความสูงของผักบุงเงินในสัปดาห์ที่ 3 ดันที่ 1 - ดันที่ 12

ปุ๋ย	ระบบ	ความสูง(ซ.ม.)											
		ดันที่											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
soilless	DFT	33	34.1	21.6	32	32.3	27	32	33.4	27.3	27.4	26.4	28.4
	NFT	20.4	23.8	30	27.6	28.5	23.6	24.9	18.9	25.1	19.3	23.4	24.2
15-15-15	DFT	27.1	28.6	32	25.4	29.2	23.3	34	26.7	28.1	26.5	27	22
	NFT	32	24.4	20.1	28	18.2	22	27.3	28.3	20.5	24.4	27.3	26.1
17-17-17	DFT	30.1	26.7	19	22.5	21.2	20.2	31.2	26.8	25.2	25.1	26.2	22
	NFT	28.3	24.4	21.5	30.4	21.6	15.1	22.6	19.4	23.8	24.2	20.5	26.8
24-8-16	DFT	19	22.3	22.5	26.6	20.2	28.9	24.6	23.8	26.7	26.3	27.1	25
	NFT	22.1	32.4	30.3	25.8	20.6	27.3	29.4	24.1	26.3	20.4	28	28.6
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	11.2	17	18.4	4	17.9	13.5	20.2	13.5	14.3	13.2	14.1	15.2
	NFT	11.5	11.8	15.2	10	11.1	12.1	11.5	12.6	12.8	14.3	12.4	11.9

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงความสูงของผักบุงเงินในสัปดาห์ที่ 3 ดันที่ 13 - ดันที่ 24

ปุ๋ย	ระบบ	ความสูง(ซ.ม.)											
		ดันที่											
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
soilless	DFT	25.6	26.2	34.5	37	26.3	30.1	28.6	41.3	26.5	29.4	30.3	29.1
	NFT	22.7	26.3	31.7	32.6	20.7	23.4	27.8	23	33.6	27.7	19.4	25.3
15-15-15	DFT	24.3	29.7	23	31	27.4	26.6	39	32.1	31.1	33.3	25.8	30.4
	NFT	29	23.3	26.4	22	24	31	33.4	24.1	19.5	31	26.8	25.2
17-17-17	DFT	20.2	26.3	20	23.4	20.4	24.3	26.1	21	23.2	22	21.6	19
	NFT	26.3	23.4	19	27.7	23.2	21.3	23.5	26.4	25.1	26.9	20.6	20.7
24-8-16	DFT	18	23.4	15.6	18.6	20.5	20.3	19.4	20.1	21.3	24.4	22	17
	NFT	20.1	21	27	22	21.3	23.4	25.3	27.3	25.4	23.2	28.2	24.3
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	10.6	15	3	14.1	18	17.4	8	15	12	10	13	12.1
	NFT	16.4	15.4	12.3	12.1	13.8	13	14	10.2	12.3	10	13.4	13.2

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงผักบุงเงินในสัปดาห์ที่ 3 ดันที่ 1- ดันที่ 24

SOV	DF	SS	MS	F-value
Treatment	9	6809.06	756.56	60.93
สูตรปุ๋ยทางดิน (A)	4	6293.48	1573.37	126.72**
ระบบปลูก (B)	1	105.6	105.602	8.51**
AxB	4	409.97	102.49	8.25**
Error	230	2855.73	12.41	
Total	239	9664.79		

C.V.= 15.31%

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงจำนวนใบของผักบุ้งจีนในสัปดาห์ที่ 2 ดันที่ 1 - ดันที่ 12

ปุ๋ย	ระบบ	จำนวนใบ											
		ดันที่											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
soiless	DFT	5	7	7	5	6	7	7	7	7	8	8	8
	NFT	4	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	5
15-15-15	DFT	7	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	7
	NFT	8	7	8	4	4	7	8	6	5	7	7	7
17-17-17	DFT	6	7	4	7	6	7	7	7	8	6	6	6
	NFT	6	6	6	6	5	5	6	6	7	6	6	5
24-8-16	DFT	6	6	6	6	5	7	6	7	6	7	7	7
	NFT	7	7	6	6	6	7	6	6	6	5	6	6
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	4	6	6	4	6	6	6	6	6	6	5	6
	NFT	6	6	6	7	7	6	4	6	6	6	6	6

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงจำนวนใบของผักบุ้งจีนในสัปดาห์ที่ 2 ดันที่ 13 - ดันที่ 24

ปุ๋ย	ระบบ	จำนวนใบ											
		ดันที่											
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
soiless	DFT	7	7	7	6	7	6	6	6	6	6	5	6
	NFT	5	5	5	6	5	4	6	5	5	5	5	6
15-15-15	DFT	7	8	8	7	6	7	7	6	6	6	6	6
	NFT	7	7	6	6	6	7	7	6	6	6	5	7
17-17-17	DFT	6	5	6	6	5	7	5	7	5	5	7	6
	NFT	6	6	4	6	5	6	7	6	6	5	6	6
24-8-16	DFT	6	6	7	6	7	6	7	7	6	7	7	6
	NFT	4	7	6	6	4	7	8	6	7	6	7	6
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	5	6	4	5	5	6	6	6	5	6	6	6
	NFT	6	6	6	6	5	6	5	5	6	4	5	7

ตารางภาคผนวกที่ 9 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนใบผักบุ้งจีนในสัปดาห์ที่ 2 ดันที่ 1-ดันที่ 24

SOV	DF	SS	MS	F-value
Treatment	9	35.68	3.96	6.11
สูตรปุ๋ยทางดิน (A)	4	17.64	4.81	6.8**
ระบบปลูก (B)	1	5.4	5.4	8.32**
AxB	4	12.64	3.16	4.87**
Error	230	149.25	0.64	
Total	239	184.93		

C.V.= 13.27%

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 10 แสดงจำนวนใบของผักบึงจีนในสัปดาห์ที่ 3 ดันที่ 1 - ดันที่ 12

ปุ๋ย	ระบบ	จำนวนใบ											
		ดันที่											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
soilless	DFT	24	27	28	26	31	33	30	28	22	28	28	31
	NFT	12	22	23	24	18	24	16	19	20	22	18	18
15-15-15	DFT	29	38	29	23	25	27	23	23	39	26	28	24
	NFT	39	30	36	23	16	30	33	27	24	26	24	29
17-17-17	DFT	29	28	21	24	27	26	30	33	27	22	22	17
	NFT	28	22	33	21	31	27	15	26	29	24	25	26
24-8-16	DFT	20	35	34	28	14	24	35	20	26	29	28	36
	NFT	32	26	20	30	30	29	32	30	26	299	41	26
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	12	20	22	11	15	18	14	18	16	14	10	21
	NFT	9	9	8	9	9	8	6	5	7	9	8	9

ตารางภาคผนวกที่ 11 แสดง จำนวนใบของผักบึงจีนในสัปดาห์ที่ 3 ดันที่ 13 - ดันที่ 24

ปุ๋ย	ระบบ	จำนวนใบ											
		ดันที่											
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
soilless	DFT	24	30	32	29	24	31	24	27	28	24	27	29
	NFT	21	19	20	24	21	18	18	22	11	19	19	20
15-15-15	DFT	25	29	30	25	39	23	25	28	24	30	31	29
	NFT	39	22	21	23	24	30	31	22	27	28	23	32
17-17-17	DFT	28	28	32	25	20	26	20	17	25	38	24	23
	NFT	27	23	14	16	30	34	28	22	22	16	26	20
24-8-16	DFT	23	24	24	21	22	29	36	24	27	28	26	14
	NFT	30	29	26	32	27	37	38	22	30	32	25	20
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	9	22	13	23	25	10	15	12	20	14	19	19
	NFT	9	9	7	6	9	8	7	8	7	8	9	9

ตารางภาคผนวกที่ 12 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบผักบึงจีนในสัปดาห์ที่ 3 ดันที่ 1-ดันที่ 24

SOV	DF	SS	MS	F-value
Treatment	9	15615.00	1735.05	5.34
สูตรปุ๋ยทางดิน (A)	4	11518.22	2879.55	8.65**
ระบบปลูก (B)	1	37.60	37.6	0.12 ^m
AxB	4	4059.7	1014.92	3.12**
Error	230	74800	325.21	
Total	239	90415.66		

C.V. = 13.27%

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 แสดงความกว้างใบของฝักนึ่งเงินในสัปดาห์ที่ 2 คัดที่ 1 - คัดที่ 12

ปุ๋ย	ระบบ	ความกว้างใบ(ซ.ม.)											
		คัดที่											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
soilless	DFT	1.8	1.3	1.9	1.5	1.7	1.2	1.7	1.6	2	1.2	1.4	1
	NFT	1.5	1.7	1.9	1.8	1.5	1	1.1	1.5	1.6	1.5	1.5	1.6
15-15-15	DFT	0.9	1.8	1.2	1.3	1.6	1.6	1	1	2	1.3	1	1.4
	NFT	1.9	1.5	1	10.9	7	1.6	1.5	1.5	1.1	1.1	1.6	1.5
17-17-17	DFT	1.9	1.5	1.5	1.5	1	1	1.2	1.2	1.5	1.5	1.5	0.9
	NFT	1	1.4	1.5	1.2	1.1	0.6	1	1.5	1	1.5	1.3	1.3
24-8-16	DFT	1.4	1.2	1.5	1	0.7	1	1.2	1.5	1.7	1	1.5	1.6
	NFT	0.7	1.8	1.5	0.9	1.3	1.5	1.5	0.9	1.5	1.4	1	1.4
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	0.7	0.8	1.1	0.9	1.1	0.9	0.8	1	0.9	0.8	0.5	0.6
	NFT	1	1.4	0.8	0.9	0.9	0.9	0.5	1	0.9	0.8	0.9	1.1

ตารางภาคผนวกที่ 14 แสดง ความกว้างใบของฝักนึ่งเงินในสัปดาห์ที่ 2 คัดที่ 13 - คัดที่ 24

ปุ๋ย	ระบบ	ความกว้างใบ(ซ.ม.)											
		คัดที่											
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
soilless	DFT	1.5	1	1.6	1.3	1.5	1.2	1.9	1.7	1.4	1	1.4	1.5
	NFT	1.5	1.5	1.6	1.2	1.3	1.1	1.2	1.4	1.5	1.3	1.2	1.7
15-15-15	DFT	1.6	1.3	1.1	1.9	1.6	1.4	1	1.9	2	1.9	1.3	1.4
	NFT	1.5	1.4	1.3	1.2	1.5	1.4	1.7	1.2	1.6	1.7	1	1.5
17-17-17	DFT	1	1.4	1.3	1.7	1.4	1.5	1	1.4	1.3	1	1.5	1
	NFT	1.3	1.5	1	1.5	1	1.3	1.1	1.5	1	1.5	1.5	1.4
24-8-16	DFT	1.5	1.3	1.1	1.5	1	1.5	1.8	0.8	1.7	1	0.8	1.3
	NFT	0.4	1.3	1.5	0.9	1.2	1.5	1.9	1.4	1.2	1.4	1.2	1.5
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	1	0.6	1.1	0.9	0.9	0.9
	NFT	1.1	1.2	1	0.9	0.9	0.7	1.1	1	0.4	1.2	1.1	0.8

ตารางภาคผนวกที่ 15 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างใบฝักนึ่งเงินในสัปดาห์ที่ 2 คัดที่ 1-คัดที่ 24

SOV	DF	SS	MS	F-value
Treatment	9	13.48	1.48	7.35
สูตรปุ๋ยทางดิน (A)	4	12.54	3.13	15.48**
ระบบปลูก (B)	1	0.15	0.15	0.74 ^{ns}
AxB	4	0.71	0.17	0.88 ^{ns}
Error	230	46.6	0.20	
Total	239	60.01		

C.V. = 15.31%

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 16 แสดง ความกว้างใบของผักบุ้งจีนในสัปดาห์ที่ 3 ดันที่ 1 - ดันที่ 12

ปุ๋ย	ระบบ	ความกว้างใบ(ซ.ม.)											
		ดันที่											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
soilless	DFT	4.5	3.5	3.4	2.9	4	2.3	3.9	3.4	3.2	3.5	3.4	2.4
	NFT	2	2.8	3.6	2.9	2.5	2.7	1.7	3	2.2	2.9	3.2	2.4
15-15-15	DFT	2.7	2.1	2.5	2.8	4.5	3.2	3.1	3.2	4.1	2.9	3.5	3.3
	NFT	3	2.6	2.2	2.6	1.9	2	3.2	2	2.9	2.3	3.2	2.4
17-17-17	DFT	3.4	3.2	1.5	2.3	2.5	2.8	3.2	3.9	3.2	3.2	2.6	2.4
	NFT	2.9	2.4	2	1.9	2	2.1	1.3	2.7	2.5	2.4	2.2	2.3
24-8-16	DFT	1.5	2	3.3	2.2	2.1	2.5	2.4	3.5	3.6	3.2	2.2	2.4
	NFT	2.5	2.6	2.5	2.7	2.6	2.8	3.1	2.2	3	2.4	2.1	3.2
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	1.3	2.1	1.4	2.2	2	1.5	2.1	2	1.1	1.2	1.4	1.2
	NFT	1.2	1.12	1	1.2	1	1	1	0.9	1	1	0.9	1.2

ตารางภาคผนวกที่ 17 แสดงความกว้างใบของผักบุ้งจีนในสัปดาห์ที่ 3 ดันที่ 13 - ดันที่ 24

ปุ๋ย	ระบบ	ความกว้างใบ(ซ.ม.)											
		ดันที่											
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
soilless	DFT	3.9	3.4	3.5	3.9	4.3	3	5.3	3.6	3.4	3.5	3.5	3.5
	NFT	2.4	2.6	2.9	1.9	2	2	2	2.1	2.6	3.3	2.2	1.9
15-15-15	DFT	3.5	2.6	2.6	3.7	4	3.6	2.3	2.7	3.5	3.5	3.4	2.6
	NFT	3	2.9	3.4	2.6	2.1	3	3.5	2.9	2.6	3.3	2.8	2.9
17-17-17	DFT	10.1	17	14	16	15.7	16.1	11.1	13.6	17.5	14.2	13.1	11
	NFT	2.8	2.4	2.1	2.2	3	2.5	2.4	1.7	2.9	2.2	3	2
24-8-16	DFT	2.2	3.6	1.9	2	3	3.3	2.6	2.1	2.6	2.3	2	2.3
	NFT	3.5	3	2.6	2.9	2.4	2.5	3.2	3	2.4	2.1	2.4	2.4
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	1.3	1.7	2	1.7	1.9	1.2	1.9	1.1	1.4	1.9	1.3	1.2
	NFT	1.2	1.2	1.2	1	1.3	1	0.9	1.2	0.9	1.2	1.3	1.2

ตารางภาคผนวกที่ 18 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างใบผักบุ้งจีนในสัปดาห์ที่ 3 ดันที่ 1- ดันที่ 24

SOV	DF	SS	MS	F-value
Treatment	9	109.14	12.12	51.76
สูตรปุ๋ยทางดิน (A)	4	87.8	21.95	93.69**
ระบบปลูก (B)	1	12.73	12.73	54.34**
AxB	4	8.60	2.51	9.18**
Error	230	53.89	0.23	
Total	239	163.03		

C.V. = 19.43%

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 19 แสดงความยาวใบของผักบุ้งจีนในสัปดาห์ที่ 2 ดันที่ 1 - ดันที่ 12

ปุ๋ย	ระบบ	ความยาวใบ(ซ.ม.)											
		ดันที่											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
soiless	DFT	10	7	7	8	6.9	9.3	10.1	9.1	9.8	7.5	10.1	9.6
	NFT	9	9.5	10.1	10	8.4	6.4	7.8	9.1	6.5	9.6	7.6	7.7
15-15-15	DFT	6	7.6	7.1	9.1	11	9	10.6	11	11.3	9.2	6.5	8.6
	NFT	10.2	8.6	11	6.3	10	8.3	8	10.3	7.2	7.2	7.9	8.6
17-17-17	DFT	9.6	9.5	9	9	8.6	8	8.1	9.7	7.9	7.9	9.1	7.7
	NFT	7.9	9.2	9.5	10.9	6.9	4.9	8.6	8	6.4	9.6	8	8.1
24-8-16	DFT	8	9.8	8.6	9.7	5.6	6.2	8.7	9.2	9.6	7.5	11.5	14.5
	NFT	7	12	10	1.5	11	9.2	10.6	7.5	8.8	7.6	6.8	8
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	2	5.3	7.1	6.2	6.3	4.5	7.3	6.7	5.5	5.2	5.6	5.6
	NFT	8.3	6	5.6	6	6.1	7.3	6.4	8	8	6.1	6.2	5.6

ตารางภาคผนวกที่ 20 แสดงความยาวใบของผักบุ้งจีนในสัปดาห์ที่ 2 ดันที่ 13 - ดันที่ 24

ปุ๋ย	ระบบ	ความยาวใบ(ซ.ม.)											
		ดันที่											
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
soiless	DFT	8.2	9.7	9.9	9.5	11.2	7	10	7	8.6	7.5	8.2	8.2
	NFT	7.3	7.2	6.7	2	6.5	5.9	8.1	8.2	7.2	8.5	7.2	8.5
15-15-15	DFT	10.2	8.4	8.1	10.2	8.5	10.2	6.8	10.1	12.5	10.2	8.4	9
	NFT	10.1	13	11.4	6.7	7.8	11	9.3	7.2	9	9.6	5.6	10.4
17-17-17	DFT	6.5	7.6	7.4	8.2	7.6	8	9.2	7.3	7.5	9.2	10.3	6.7
	NFT	9.1	8	6	7.5	7	9.5	8	8	8.1	6.3	7.6	9
24-8-16	DFT	8.4	9.2	8.2	6.7	5.4	10.1	8	6.5	8.5	6.7	6.5	9.1
	NFT	8	7.4	7.2	7.5	8.1	9	10.4	8.1	9.3	7	10	12.1
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	5	4.5	5.6	6	3.2	5.2	5.5	5.5	6	4.5	5.6	5.5
	NFT	7.2	7	6	6.1	5.3	5	6.2	6	3	6	6.6	7.2

ตารางภาคผนวกที่ 21 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวใบผักบุ้งจีนในสัปดาห์ที่ 2 ดันที่ 1- ดันที่ 24

SOV	DF	SS	MS	F-value
Treatment	9	320.5	35.61	7.35
สูตรปุ๋ยทางดิน (A)	4	12.69	4.16	14.48**
ระบบปลูก (B)	1	0.18	0.18	0.78 ^{ns}
AxB	4	0.97	0.18	0.85 ^{ns}
Error	230	1162.32	4.84	
Total	239	1482.82		

C.V. = 28.94%

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 22 แสดงความยาวใบของฝักงู๋เงินในสัปดาห์ที่ 3 ดันที่ 1 - ดันที่ 12

ปุ๋ย	ระบบ	ความยาวใบ(ซ.ม.)											
		ดันที่											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
soilless	DFT	17.6	15.8	16.2	15.6	12.6	14.5	19	16.4	15.4	16.6	16.4	15.7
	NFT	10.2	14.6	15.5	15.6	13.2	13.6	14.3	14.6	13.6	11.6	16.1	14.1
15-15-15	DFT	18.1	15.2	14.6	15.1	17.6	14.4	15.1	13.9	14.6	11.5	13	16.7
	NFT	14.3	14.5	15.3	12.5	14.1	12.3	13.6	15.1	12.6	12.1	13	13.6
17-17-17	DFT	16.3	16	9.5	14.7	14.1	14.7	14.6	16.8	15	14.1	13.5	14.1
	NFT	14.1	13.2	13.1	11.9	12.8	12.6	10.4	14.6	14.8	14.7	12.1	12.6
24-8-16	DFT	10.5	13.5	15.7	16.1	10.2	12	14.3	15	16.2	14.1	12.3	13.4
	NFT	13.1	16.5	15.1	12.3	15.7	15.1	18.3	13.2	14.1	11.6	11.5	15
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	8	12.5	10	12.5	10	14.2	10.8	13	11.2	8.6	9	10.2
	NFT	8.4	6.5	8.5	9	7.8	8	8.2	7	8	7.2	7.2	7.1

ตารางภาคผนวกที่ 23 แสดงความยาวใบของฝักงู๋เงินในสัปดาห์ที่ 3 ดันที่ 13 - ดันที่ 24

ปุ๋ย	ระบบ	ความยาวใบ(ซ.ม.)											
		ดันที่											
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
soilless	DFT	15.6	19.2	15.3	13.6	17.1	14.2	16.7	17.1	14.5	12	13.2	14
	NFT	15.6	14.1	15.3	14	10.3	11.6	11.5	13.3	14.7	16.2	13.7	13.4
15-15-15	DFT	13.2	13	13.6	14.5	18.6	17.3	13	16.4	18	14.3	12.5	15.3
	NFT	14.7	14.2	15.2	14.1	13.2	15.2	16	16.1	14.1	17.2	17	17.3
17-17-17	DFT	10.1	17	14	16	13.7	16.1	11.1	13.6	17.5	14.2	13.1	13
	NFT	13.5	12.2	13.9	12	11.5	13.9	12.2	12.6	15	13	15.6	15
24-8-16	DFT	11	13.7	12.5	10.6	13.4	12.7	14.6	13.2	14.6	15.5	15.1	14
	NFT	12.4	16.4	15.2	14.6	16.5	13.2	16.4	14.7	13.6	12.7	14.2	14
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	11	11.2	12.6	9.6	12	12.4	11	14	12.6	10	11	11
	NFT	8	7.6	9	10	8.2	7.2	7.2	8.4	8.3	7	9.2	7

ตารางภาคผนวกที่ 24 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวใบฝักงู๋เงินในสัปดาห์ที่ 3 ดันที่ 1- ดันที่ 24

SOV	DF	SS	MS	F-value
Treatment	9	1088.42	120.93	44.1
สูตรปุ๋ยทางดิน (A)	4	894.73	223.68	81.56
ระบบปลูก (B)	1	79.93	79.93	29.15
AxB	4	113.74	28.43	10.73
Error	230	1719.21	2.74	
Total	239			

C.V. = 12.42%

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 25 แสดงน้ำหนักลำต้นสดของผักบุ้งจีนหลังการเก็บเกี่ยว ต้นที่ 1 - ต้นที่ 12

ปี	ระบบ	น้ำหนักต้นสด(กรัม)											
		ต้นที่											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
soilless	DFT	22.8	21.1	25	18.9	17.8	23.3	25	16.7	40.1	28.2	35	25.3
	NFT	25.9	20.6	41	25.8	27.6	21.8	20.8	28.5	24.2	20.9	29.6	22.1
15-15-15	DFT	20.8	15.9	19.7	25.8	32.8	22.5	26.7	19.4	28.1	34.6	25.8	16.8
	NFT	16.6	18.5	14.5	18.8	33.6	32	29.7	12	18.7	31.3	47.8	20.1
17-17-17	DFT	21.7	24.3	18.9	20.3	14	18.6	20.9	24.9	25	20.8	22.1	14
	NFT	27.7	16.3	10.5	24.6	19.7	20.3	20.9	26.8	18.3	24.8	40.5	20.5
24-8-16	DFT	6.8	15.1	18.9	17	14	22.9	24.3	19.8	21.2	13.9	26.8	31.5
	NFT	25	15.3	21	15.6	22.3	20	26	14	23.3	18.2	22.4	14.9
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	2.6	8.2	6	4.9	7.5	5.6	5.8	5.1	5.6	3.9	3.7	5.5
	NFT	1.3	1.2	1.3	7.1	2.2	1.2	2.7	3.5	2.2	2.1	2.6	4.3

ตารางภาคผนวกที่ 26 แสดงน้ำหนักลำต้นสดของผักบุ้งจีนหลังการเก็บเกี่ยว ต้นที่ 13 - ต้นที่ 24

ปี	ระบบ	น้ำหนักต้นสด(กรัม)											
		ต้นที่											
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
soilless	DFT	25.9	30.8	28.7	19.8	35.1	18.1	31.8	20.1	17.4	18.4	18.5	31.6
	NFT	23.3	18.5	27.9	22.2	23.8	30.9	22.8	20.5	28.6	29.6	21.7	28.9
15-15-15	DFT	25.1	29.8	24.5	28.6	38.3	37.1	30	26.9	30.4	25	21.1	21.3
	NFT	21.4	13.3	31.8	22.3	13.2	39	36.8	26	18.5	27.3	23.2	32.4
17-17-17	DFT	21.7	24.3	18.9	20.3	14	18.6	20.9	24.9	25	20.8	22.1	14
	NFT	25	27	17.2	22.2	17.5	34	33.4	10.7	17.3	19.8	22.6	20
24-8-16	DFT	16.8	15.2	9.6	11.8	12.2	14.2	17.8	13	18.3	13.7	13.6	16
	NFT	21	18.3	11.7	10.3	15.5	22.3	22.9	22	21	10.1	25.2	20.4
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	2.8	6.6	4	6.1	7.8	5.4	7.7	8.3	3.9	4.8	3.6	4.9
	NFT	3	2.2	4.5	4.3	1.2	9	7.5	8.1	8.9	6.9	2.9	2.1

ตารางภาคผนวกที่ 27 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนลำต้นสดผักบุ้งจีนหลังการเก็บเกี่ยว ต้นที่ 1- ต้นที่ 24

SOV	DF	SS	MS	F-value
Treatment	9	19200.79	2133.42	9.25
สูตรปุ๋ยทางดิน (A)	4	17772.41	4443.10	19.26**
ระบบปลูก (B)	1	125.71	125.71	0.54 ^{ns}
AxB	4	1302.66	1.41	1.41 ^{ns}
Error	230	53064.80	230.71	
Total	239	72265.59		

C.V. = 76.52%
 ns = non significant 95% Level
 * = significant at 95% Level
 ** = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 28 แสดงน้ำหนักรากสดของผักบุงเงินหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 - ครั้งที่ 12

ปีช	ระบบ	น้ำหนักรากสด(กรัม)											
		ครั้งที่											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
soilless	DFT	8.2	8	7.8	6.7	7.4	8.9	10	6.4	10.6	9.4	10.3	7.9
	NFT	4.5	10.6	8.5	12.1	10.9	11	5.6	9.9	5.3	7.6	7.1	5
15-15-15	DFT	7.7	10.9	6.7	7.5	9.3	9.5	11.2	7.5	9.5	8.5	5.5	6.1
	NFT	7.3	6.4	6.9	11.7	10.5	8.5	4.2	5.5	10.5	10.5	10.3	8.2
17-17-17	DFT	9.1	10.1	5.6	9.1	5.4	5.7	8.3	10.5	8.8	10.6	9.1	6.6
	NFT	27.7	16.3	10.5	24.6	19.7	20.3	20.7	26.8	18.3	24.8	40.5	20.5
24-8-16	DFT	2.8	6.1	8.5	6.6	4.4	10.7	11.4	7.8	9.8	7	9.9	10.6
	NFT	25.1	15.3	21	15.6	22.3	20	26	14	23.3	18.2	22.4	14.9
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	1.9	6.5	4.9	4.3	9.6	4.6	5.5	5.9	6.3	4.1	4.4	7.1
	NFT	1.3	1.2	1.3	7.1	2.2	1.2	2.7	3.5	2.2	2.1	2.6	4.3

ตารางภาคผนวกที่ 29 แสดงน้ำหนักรากสดของผักบุงเงินหลังการเก็บเกี่ยว ครั้งที่ 13 - ครั้งที่ 24

ปีช	ระบบ	น้ำหนักรากสด(กรัม)											
		ครั้งที่											
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
soilless	DFT	9.2	8.7	9.3	6.2	8.5	8.1	10.5	8.6	7.7	8.5	8.1	11.7
	NFT	8.7	4.8	8.5	6.1	7.9	4.8	4.9	5.4	7.1	10	8.9	10.2
15-15-15	DFT	9	6.8	8.4	9.9	10.7	10	10.2	10.6	11.9	11.2	8.7	9.1
	NFT	5.1	10.4	7.6	4.7	9.5	10.7	10	7.5	10.4	11.3	9.5	4.7
17-17-17	DFT	10.2	7.9	10.5	8.6	6.6	12.3	4.9	10.3	10	9.5	10.8	5.4
	NFT	8.8	6.1	3.7	5.2	4.9	8	8.2	6.5	7	4.6	10	9.8
24-8-16	DFT	4.6	6.5	4.7	9.1	6.8	7.6	7.5	6.9	7.8	7.2	6.6	3.8
	NFT	10.5	10.4	7.2	8.8	6.7	10.4	9	5.8	7.4	7.6	9.3	3.5
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	2.5	7.8	3.1	9.2	8.9	6	8.6	7.8	3.7	5.4	3.7	3.5
	NFT	4.8	3.7	2.5	4.5	1.5	2.4	3.2	2.8	3.4	2.9	4.2	2.7

ตารางภาคผนวกที่ 30 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักรากสดผักบุงเงินหลังการเก็บเกี่ยว ครั้งที่ 1- ครั้งที่ 24

SOV	DF	SS	MS	F-value
Treatment	9	727.78	80.86	20.1
สูตรปุ๋ยทางดิน (A)	4	595.80	148.95	37.02**
ระบบปลูก (B)	1	50.87	50.87	12.65**
AxB	4	81.10	20.27	5.04**
Error	230	925.34	4.02	
Total	239	1653.12		

C.V. = 27.23%

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 31 แสดงน้ำหนักรวมของฝักบุงเงินหลังการเก็บเกี่ยว ดันที่ 1 - ดันที่ 12

ปี	ระบบ	น้ำหนักรวม(กรัม)											
		ดันที่											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
soilless	DFT	31.0	29.1	32.8	25.6	25.2	32.2	35.0	23.1	50.7	37.6	45.3	33.2
	NFT	30.4	31.2	49.5	37.9	38.5	32.8	26.4	38.4	29.5	28.5	36.7	27.1
15-15-15	DFT	28.5	26.8	26.4	33.3	42.1	32.0	37.9	26.9	37.6	43.1	31.3	22.9
	NFT	23.9	24.9	21.4	30.5	44.1	40.5	33.9	17.5	29.2	41.8	58.1	28.3
17-17-17	DFT	30.8	34.4	24.5	29.4	19.4	24.3	29.2	35.4	33.8	31.4	31.2	20.6
	NFT	36.3	25.9	18.0	30.0	28.4	27.1	24.9	31.1	28.4	32.4	52.6	27.6
24-8-16	DFT	9.6	21.2	27.4	23.6	18.4	33.6	35.7	27.6	31.0	20.9	36.7	42.1
	NFT	34.6	20.9	28.3	24.0	29.4	27.3	35.3	22.2	32.8	29.0	29.9	24.0
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	4.5	14.7	10.9	9.2	17.1	10.2	11.3	11.0	11.9	8.0	8.1	12.6
	NFT	2.6	2.4	2.6	14.2	4.4	2.4	5.4	7.0	4.4	4.2	5.2	8.6

ตารางภาคผนวกที่ 32 แสดงน้ำหนักรวมของฝักบุงเงินหลังการเก็บเกี่ยว ดันที่ 13 - ดันที่ 24

ปี	ระบบ	น้ำหนักรวม(กรัม)											
		ดันที่											
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
soilless	DFT	35.1	39.5	38.0	26.0	43.6	26.2	42.3	28.7	25.1	26.9	26.6	43.3
	NFT	32.0	23.3	36.4	28.3	31.7	35.7	27.7	25.9	35.7	39.6	30.6	39.1
15-15-15	DFT	34.1	36.6	253.4	38.5	49.0	47.1	40.2	37.5	42.3	36.2	29.8	30.4
	NFT	26.5	23.7	39.4	27.0	22.7	49.7	46.8	33.5	28.9	38.6	32.7	37.1
17-17-17	DFT	31.9	32.2	29.4	28.9	20.6	30.9	25.8	35.2	35.0	30.3	32.9	19.4
	NFT	33.8	33.1	20.9	27.4	22.4	42.0	41.6	17.2	24.3	24.4	32.6	29.8
24-8-16	DFT	21.4	21.7	14.3	20.9	19.0	21.8	25.3	19.9	26.1	20.9	20.2	19.8
	NFT	31.5	28.7	18.9	19.1	22.2	32.7	31.9	27.8	28.4	17.7	34.5	23.9
ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ	DFT	5.3	14.4	7.1	15.3	16.7	11.4	16.3	16.1	7.6	10.2	7.3	8.4
	NFT	7.8	5.9	7.0	8.8	2.7	11.4	10.7	10.9	12.3	9.8	7.1	4.8

ตารางภาคผนวกที่ 33 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักรวมฝักบุงเงินหลังการเก็บเกี่ยว ดันที่ 1 - ดันที่ 24

SOV	DF	SS	MS	F-value
Treatment	9	26413.53	2934.83	12.13
สูตรปุ๋ยทางดิน (A)	4	24622.64	6155.16	25.45
ระบบปลูก (B)	1	336.54	336.54	1.39
AxB	4	1454.35	363.58	1.50
Error	230	55636.5	241.89	
Total	239	82050.04		

C.V. = 57.15%

ns = non significant 95% Level

* = significant at 95% Level

** = highly significant at 99% Level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato Dextose Agar)

ส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

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

สารเคมี BNPR + Rb ในการตรวจตรวจสอบหาเชื้อ *Pythium* spp.

ส่วนประกอบของสารเคมี BNPR + Rb

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

สารเคมี BNPR ในการตรวจตรวจสอบหาเชื้อ *Phytophthora* spp.

ส่วนประกอบของสารเคมี BNPR

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวกที่ 5 : อนุกรมวิธานของเชื้อ (Taxonomy)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Aspergillus spp.

ลักษณะ Colony บนอาหาร PDA (ภาพที่ 14) มีสีน้ำตาล-ดำ เจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้ออย่างสม่ำเสมอ ลักษณะของเชื้อรามี Conidia head รูปแฉก (radiate) มีสีน้ำตาล-ดำ Conidiophore หรือ Phialophore มีรูปร่างยาวผนังหนา มีสีน้ำตาลเข้ม - ดำ Phialospore 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	<i>Aspergillus</i>
Form-Species	spp.

Penicillium spp.

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

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

Form- Sub-Division	Deuteromycotina
Form-Class	Hypomycetes
Form-Order	Moniliales
Form-Family	Moniliaceae
Form-Genus	<i>Penicillium</i>
Form-Species	spp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Trichoderma spp.

ลักษณะ Colony บนอาหาร PDA (ภาพที่ 16) มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ผิวหน้ามี Aerial hyphae สีขาวและสีเขียวอ่อนกระจายทั่ว ๆ ไปบนอาหาร PDA Phialophore มีลักษณะเรียวยาว จะแตกแขนง(Branched) เป็น Phialide อยู่รอบ ๆ พบ Phialospore 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	<i>Trichoderma</i>
Form-Species	spp.

Fusarium spp.

ลักษณะ Colony เมื่อเจริญบนอาหาร PDA (ภาพที่ 17) มีสีขาวอมเหลือง ลักษณะของ Hyphae พูเจริญเติบโตที่อุณหภูมิห้อง Hyphae จะเจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อประมาณ 7-10 วัน เชื้อสร้าง Conidia ลักษณะคล้ายรูปพระจันทร์เสี้ยว สร้าง Septa กันภายใน Conidia ประมาณ 4-6 Septa Conidia ไม่พบ Microconidia ทั้ง Hyphae และ Conidia สร้างรวมกัน

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

Form- Sub-Division	Deuteromycotina
Form-Class	Hyphomycetes
Form-Order	Moniliales
Form-Family	Tuberculariaceae
Form-Genus	<i>Fusarium</i>
Form-Species	spp.