18242

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยทางดินมาใช้ปลูกถั่วฝักยาว (*Vigna sesquipedalis*) ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Deep Flow Technique (DFT)

Studies on Possibility of Using Soil Fertilizer for Growing Yard Long Bean (*Vigna sesquipedalis*) in Deep Flow Technique (DFT)

T098958

โดย

นายรักสกุล ขันพิมูล

ป.พ.
ร295ก
2544

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

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช
ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ปริญญา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยทางดินมาใช้ปลูกถั่วฝักยาว (*Vigna sesquipedalis*) ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Deep Flow Technique (DFT)

Studies on Possibility of Using Soil Fertilizer for Growing Yard Long Bean (*Vigna sesquipedalis*) in Deep Flow Technique (DFT)

โดย

นายรักสกุล ขันพิมูล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(ผศ. ดร. ถนิมนันต์ เจนอักษร)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ. ดร. วรเดช จันทรสร)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่ ๒๑ เดือน มิ.ย. พ.ศ. ๒๕๔๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยทางดินมาใช้ปลูกถั่วฝักยาว (*Vigna sesquipedalis*) ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Deep Flow Technique (DFT)

โดย : นาย รักสกุล ขันพิมูล

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

สาขาวิชา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

อาจารย์ที่ปรึกษา : ..../...../.....

(ผศ. ดร. ถนิมนันต์ เจนอักษร)

งานวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยทางดิน มาใช้ปลูกถั่วฝักยาว (*Vigna sesquipedalis*) ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Deep Flow Technique (DFT) โดยเป่าอากาศ เพื่อต้องการลดต้นทุนและเพิ่มความสะดวกในการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง คุณภาพดี โดยทำการวิจัยเปรียบเทียบ สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร ดังนี้คือ สูตร Benoit (1992), 13-13-21 และ 15-15-15 ซึ่งสูตรที่ 2 และ 3 ได้ผสมธาตุอาหารรองสำเร็จรูป (unilate) ด้วย วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 6 ซ้ำ จากการทดลอง พบว่า สารละลายธาตุอาหารที่ใช้ปุ๋ยทางดินทั้งสองสูตร (สูตรที่ 2และ 3) สามารถใช้ปลูกถั่วฝักยาวได้ โดยมีการเจริญเติบโตดี แต่การติดดอกช้า มีช่วงเวลาการติดดอกสั้น และผลผลิตน้อยกว่าสูตรที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจากทั้งสองสูตร มีข้อจำกัดบางประการคือ ค่า pH มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และ pH จะค่อยๆ ลดต่ำลง (3.5) ถึงแม้จะมีการปรับค่า pH อย่างสม่ำเสมอก็ตาม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะมีผลต่อการดูดซึมสารละลายธาตุอาหารของพืช โดยปกติแล้วพืชจะดูดซึมสารละลายธาตุอาหารได้ดีที่ pH 5.5-6 หากสามารถแก้ไขจุดนี้ได้คาดว่าผลผลิตที่ได้จะให้ผลเป็นที่น่าพอใจยิ่งขึ้น นอกจากนี้การทดลองได้บันทึกและสำรวจด้านโรคและแมลงศัตรูถั่วฝักยาวควบคู่ไปด้วย ซึ่งจากการทดลองไม่พบเชื้อ *Phytophthora* spp. และ *Pythium* spp. ปนเปื้อนในระบบ แต่จะพบโรคไวรัสที่ใบและเพลี้ยอ่อนตามส่วนต่างๆ ของลำต้น การป้องกันกำจัดด้วยวิธีเด็ดใบที่แสดงอาการโรคไปทำลายทิ้งและฉีดพ่นด้วยสารสกัดจากใบยาสูบก็สามารถลดศัตรูพืชดังกล่าวได้ นอกจากนี้ยังพบจุดที่น่าสนใจเกี่ยวกับการนำน้ำประปามาใช้สำหรับเตรียมสารละลายธาตุอาหาร ซึ่งเท่ากับเป็นการเพิ่มความสะดวกให้แก่ผู้ปลูกอีกระดับหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Title : Studies on Possibility of Using Soil Fertilizer for Growing the Yard Long Bean (*Vigna sesquipedalis*) in Deep Flow Technique (DFT)

By : Mr. Ragsakul Kanpimool

Degree : Bachelor of Science in Agriculture

Major field : Plant Pest Management Technology

Advisor : 28/03/02

(Asst. Prof. Dr. Tanimnun Jaenaksorn)

Possibility of substituting soilless fertilizer with locally available soil fertilizer for growing yard long bean (*Vigna sesquipedalis*) in Deep Flow Technique (DFT) was studied in order to achieve high yield and good quality as well as to reduce the growing cost together with facilitating / easing the nutrient solution preparation process. Completely randomized design was employed with 6 replications. Treatments were the three formulations of nutrient solution. One of which was soilless fertilizer solution (Benoit, 1992), while the other two were made of soil fertilizer of 13-13-21 and 15-15-15, respectively and added with ready-mixed trace elements (unilate). The result showed the possibility of substituting soilless fertilizer with soil fertilizer since the growth of yard long bean in the two nutrient solutions (made of soil fertilizer) was satisfactory. However, when compared to that in soilless fertilizer solution, the flowering period was shorter and yield were less. The reason for this may stem from the continuing change of pH in the soil fertilizer solution which will definitely affect on the nutrient absorption process in plant. Regard to disease problem, the fungal contamination (in terms of *Phytophthora* spp. and *Pythium* spp.) in nutrient solution was not detected. However, viral disease was found together with aphids. Last but not least, another interesting aspect should be pointed out here is a success of using tap water for preparing the nutrient solution.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการจัดทำปัญหาพิเศษปริญญาตรีฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผศ. ดร. ถนิมนันต์ เจนอักษร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่คอยแนะนำแนวทางในการปฏิบัติงานการทดลองครั้งนี้ คอยช่วยชี้แนะให้คำปรึกษาต่างๆ ทำให้ข้าพเจ้า เข้าใจปัญหา ตลอดจนให้แนวคิดในการทำงาน ทำให้การปฏิบัติงานในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงสมดังเป้าหมาย ข้าพเจ้าจึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ รุ่นพี่ปริญญาโท เพื่อนๆ น้องๆ และทุกๆคนที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวก และคอยให้กำลังใจตลอดระยะเวลาของการทำงาน หากในปัญหาพิเศษฉบับนี้ มีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าก็ขออภัยและขอน้อมรับข้อผิดพลาดดังกล่าวไว้ ณ โอกาสนี้ และหากปรากฏมีส่วนดี ข้าพเจ้าขอมอบให้ แด่ คุณพ่อ คุณแม่ และครูบาอาจารย์ทุกๆ ท่านที่ได้อบรมสั่งสอนข้าพเจ้ามาโดยตลอด จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงด้วยดี

รักสกุล ขันพิมูล

มีนาคม 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ii
คำนิยม.....iii
สารบัญ.....iv
สารบัญตาราง.....v
สารบัญภาพ.....viii
คำนำ.....1
วัตถุประสงค์.....3
การตรวจเอกสาร.....4
อุปกรณ์และวิธีการ.....13
ผลการทดลอง.....21
วิจารณ์ผลการทดลอง.....28
สรุป.....29
เอกสารอ้างอิง.....30
ภาคผนวก.....34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1. แสดงช่วงเวลาการติดดอกของถั่วฝักยาวที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ซึ่งใช้สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร และมีการเป่าอากาศ.....21
2. ค่า Parameter ต่างๆ ของถั่วฝักยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร และมีการเป่าอากาศ.....23

ตารางผนวกที่

1. แสดงจำนวนฝักเฉลี่ย/ต้นของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 7 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ.....35
2. วิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 1.....35
3. แสดงขนาดฝักเฉลี่ยของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 7 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ.....36
4. วิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 3 36
5. แสดงความยาวฝักเฉลี่ยของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 7 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ.....37
6. วิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 5.....37
7. แสดงน้ำหนักฝักสดเฉลี่ย/ฝักของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 7 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ.....38
8. วิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 7 38
9. แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ย/ฝักของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 7 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ.....39
10. วิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 9.....39
11. แสดงจำนวนฝักเฉลี่ย/ต้นของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 8 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ.....40
12. วิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 11.....40
13. แสดงขนาดฝักเฉลี่ยของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 8 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ.....41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

14. วิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 13.....41
15. แสดงความยาวฝักเฉลี่ยของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 8 หลังจากลงระบบทดลอง)
ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ.....42
16. วิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 15.....42
17. แสดงน้ำหนักฝักสดเฉลี่ย/ฝักของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 8 หลังจากลงระบบทดลอง)
ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ.....43
18. วิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 17 43
19. แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ย/ฝักของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 8 หลังจากลงระบบทดลอง)
ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ.....44
20. วิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 19.....44
21. แสดงจำนวนฝักเฉลี่ย/ต้นของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 9 หลังจากลงระบบทดลอง)
ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ.....45
22. วิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 21.....45
23. แสดงขนาดฝักเฉลี่ยของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 9 หลังจากลงระบบทดลอง)
ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ.....46
24. วิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 23.....46
25. แสดงความยาวฝักเฉลี่ยของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 9 หลังจากลงระบบทดลอง)
ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ.....47
26. วิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 25 47
27. แสดงน้ำหนักฝักสดเฉลี่ย/ฝักของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 9 หลังจากลงระบบทดลอง)
ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ.....48
28. วิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 27.....48
29. แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ย/ฝักของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 9 หลังจากลงระบบทดลอง)
ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ.....49
30. วิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 29.....49
31. แสดงจำนวนฝักเฉลี่ย/ต้นของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 10 หลังจากลงระบบทดลอง)
ที่ปลูกในระบบระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ.....50
32. วิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 31.....50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

33. แสดงขนาดฝักเฉลี่ยของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 10 หลังจากลงระบบทดลอง)
ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ.....51
34. วิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 33.....51
35. แสดงความยาวฝักเฉลี่ยของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 10 หลังจากลงระบบทดลอง)
ที่ปลูกในระบบระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ.....52
36. วิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 35.....52
37. แสดงน้ำหนักฝักสดเฉลี่ย/ฝักของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 10 หลังจากลงระบบทดลอง)
ที่ปลูกในระบบในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ.....53
38. วิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 37.....53
39. แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ย/ฝักของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 10 หลังจากลงระบบทดลอง)
ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ.....54
40. วิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 39.....54
41. แสดงจำนวนกิ่งของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 10 หลังจากลงระบบทดลอง)
ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ.....55
42. วิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 41.....55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

1. แสดงอุปกรณ์ที่ใช้เก็บข้อมูลทางสภาพแวดล้อมและเครื่องเป่าอากาศ
ให้แก่สารละลายธาตุอาหาร.....15
2. แสดงต้นกล้าในระบบอนุบาลกล้า.....18
3. แสดงต้นกล้าในระบบทดลอง 19
4. แสดงการเจริญเติบโตของถั่วฝักยาวที่ปลูกในระบบ DFT
หลังจากลงระบบทดลอง 15 วัน.....24
5. แสดงการติดดอกของถั่วฝักยาวที่ปลูกในระบบ DFT
หลังจากลงระบบทดลอง 30 วัน.....24
6. เปรียบเทียบความยาวฝักของถั่วฝักยาวที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร)
โดยการเป่าอากาศ ในช่วงเวลาสัปดาห์ ที่ 7-10 หลังลงระบบทดลอง.....25
7. ลักษณะอาการโรค และแมลงศัตรูพืชที่ทำลายถั่วฝักยาว
โดยปลูกในระบบ DFT (ระบบทดลอง).....26
8. ลักษณะอาการของถั่วฝักยาวที่เกิดจากสารละลายธาตุอาหาร (ปุ๋ยทางดิน)
มีค่าของ pH (3.5-4) ต่ำ.....27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ปัจจุบันการปลูกพืชผักโดยใช้ดินได้ก่อให้เกิดปัญหาตามมามากมายไม่ว่าจะเป็นปัญหาด้านโรคและแมลง ดินเสื่อม สารพิษตกค้างในดินและสิ่งแวดล้อม ผลผลิตที่ได้มีสารพิษตกค้างเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และกระทบต่อตัวเกษตรกรเองด้วย มีปริมาณของผลผลิตต่อพื้นที่ลดลง ในขณะที่ความต้องการบริโภคพืชผักมีแนวโน้มสูงขึ้น ผลที่เกิดขึ้นช่วยส่งเสริมการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินให้เป็นทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมที่จะนำมาแก้ไขข้อบกพร่องดังกล่าว เนื่องจากการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีข้อได้เปรียบหลายประการด้วยกันกล่าวคือ การผลิตพืชโดยวิธีการนี้ให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูง ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพดี สม่ำเสมอและให้ผลผลิตเร็วกว่าการปลูกในดินนอกจากนี้ยังสามารถลดปัญหาอื่นๆ ที่เกิดจากดิน การหลีกเลี่ยงโรคที่มีเชื้อสาเหตุมาจากดิน (soil-borne desease) และศัตรูพืชที่อยู่ในดินได้อีกด้วย (Jensen, 1999) การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจึงได้รับความนิยมและแพร่หลายในประเทศต่างๆ ทั่วโลก โดยเฉพาะประเทศที่พัฒนาแล้ว เนื่องจากการปลูกโดยไม่ใช้ดินมีการพัฒนาระบบปลูกอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมของแต่ละประเทศ ในการทดลองได้มุ่งเน้นการใช้ประโยชน์จากระบบ Deep Flow Technique (DFT) ซึ่งเป็นระบบที่มีการพัฒนาและได้รับความนิยมแพร่หลายในประเทศแถบเอเชีย ได้แก่ประเทศเกาหลี ไต้หวัน ญี่ปุ่น จีน เป็นต้น โดยระบบมีข้อได้เปรียบระบบอื่นๆ เช่น มีการลงทุนต่ำและง่ายต่อการปฏิบัติสามารถนำมาปลูกได้ทุกสภาพภูมิอากาศ อย่างไรก็ตามสำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่กำลังพัฒนา การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินยังมีปัญหาในด้านสารละลายธาตุอาหาร (soilless fertilizer) ทั้งในแง่ของการเตรียมสารละลายธาตุอาหารที่ค่อนข้างจะยุ่งยาก และ soilless fertilizer ไม่มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป ทำให้เกิดความไม่สะดวกในการจัดซื้อจัดหา นอกจากนี้ soilless fertilizer ยังมีราคาแพง ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้จึงได้ทดลองหาแนวทางในการนำปุ๋ยทางดิน คือ ปุ๋ยสูตร 13-13-21 และ 15-15-15 มาพิจารณาถึงความเป็นไปได้ที่จะนำมาทดลองใช้แทนปุ๋ย soilless fertilizer ซึ่งได้มีรายงานถึงความสำเร็จในการนำปุ๋ยทางดินมาใช้กับพืชผักสมุนไพรมาบ้างแล้ว โดยสามารถนำมาใช้ทดแทนสูตรสารละลายธาตุอาหาร soilless fertilizer ได้ (พรประพา, 2544) การทดลองจึงได้นำเอาถั่วฝักยาวมาทดลอง เพราะถั่วฝักยาวเป็นพืชผักที่สำคัญทางเศรษฐกิจที่มีผู้นิยมบริโภคอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ เป็นพืชผักที่สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายชนิดและยังสามารถนำมารับประทานเป็นผักสดได้อีกด้วย นอกจากใช้บริโภคภายในประเทศแล้ว ถั่วฝักยาวยังเป็นพืชส่งออกเป็นสินค้าไปจำหน่ายในรูปแช่แข็ง ไปยังประเทศฮ่องกง สิงคโปร์ ตะวันออกกลาง ยุโรป และประเทศอื่นๆอีกมากมาย (ทศพร, 2531) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาวิธีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลูกที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตอย่างมีประสิทธิภาพและให้มีประสิทธิผล เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการศึกษาค้นคว้าต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาศักยภาพการปลูกถั่วฝักยาวโดยไม่ใช้ดินในระบบ DFT แบบเป่าอากาศ
2. เพื่อศึกษาหาปริมาณเชื้อรา *Phytophthora* spp. และ *Pythium* spp. ที่มีในการปลูกถั่วฝักยาวโดยไม่ใช้ดินในระบบ DFT แบบเป่าอากาศ
3. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยทางดินสูตร 13-13-21, 15-15-15 ปลูกถั่วฝักยาวโดยไม่ใช้ดินในระบบ DFT แบบเป่าอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

1. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบระบบ Deep Flow Technique (DFT)

Deep Flow Technique (DFT) เป็นเทคนิควิธีการหนึ่งของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ซึ่งถูกแบ่งย่อยจากการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Water culture หรือ Liquid systems เป็นระบบปิด (Closed system) ซึ่งถือได้ว่าเป็นวิธีเก่าแก่ที่สุดเพราะระบบนี้ได้ถูกพัฒนามาจากจุดเริ่มต้นที่ใช้เพียงน้ำปลูกพืชในสมัยก่อน จะมีการพัฒนานำสารละลายธาตุอาหารมาใช้ และยังถือได้ว่าการปลูกในระบบนี้เป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่แท้จริง (true hydroponics) กล่าวคือไม่ใช้วัสดุปลูกเลย (Eillis and Swaney, 1938; Turner and Henry, 1948; Resh, 1981; Muckle, 1995a and 1996b; Douglas, 1978)

ความหมาย

เป็นระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ที่ต้องให้รากพืชเจริญอยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืชโดยตรง โดยสารละลายธาตุอาหารจะถูกบรรจุอยู่ในภาชนะปลูกที่ทึบแสงและมีระดับความลึกมากพอสมควร ซึ่งรากพืชจะไม่มีสิ่งใดมาสัมผัสได้เลย โดยรากจะเจริญแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารจากลักษณะดังกล่าวจำเป็นต้องมีแผ่นโฟมเจาะรูสำหรับใส่ต้นพืชและฟองน้ำอัดเป็นเครื่องค้ำลำต้นพืชช่วยในการทรงตัวและจะต้องเว้นช่องว่าง (Air space) ซึ่งเป็นระยะห่างระหว่างแผ่นโฟมปลูกกับผิวสารละลายธาตุอาหารไว้ตั้งแต่นำพืชปลูกในระบบ เทคนิควิธีการของระบบนี้มีชื่อเรียกที่เข้าใจในความหมายเดียวกันหลายชื่อ เช่น Deep water culture, Deep flow hydroponics, Deep nutrient solution และ Float System (วิโรจน์และชัยฤกษ์, ไม่ระบุปีที่พิมพ์; สงบ, 2537; ถนิมนันต์, 2538; นพดล, 2538; Muckle, 1995a; Jensen, 1999)

ข้อดีของระบบ DFT

- เป็นระบบที่แก้ไขข้อเสียเปรียบของระบบ NFT เช่นถ้าระบบไฟขัดข้อง พืชที่ปลูกในระบบ DFT จะไม่ได้รับอันตราย
- เป็นระบบที่มีการลงทุนต่ำ
- เป็นระบบที่ไม่ยุ่งยากและไม่ต้องดูแลมากนัก
- เป็นระบบที่พืชสามารถดูดสารละลายธาตุอาหารได้เต็มที่
- เป็นระบบที่รากพืชได้รับความกระทบกระเทือนจากอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารที่เปลี่ยนแปลงได้ยาก
- เป็นระบบที่เหมาะสมกับการปลูกพืชอายุสั้น เช่น ผัก (ถนิมนันต์, 2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปลูกพืชผักในระบบ DFT ในต่างประเทศ

การผลิตพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ DFT เป็นที่นิยมอย่างมากเพราะเป็นระบบที่มีการลงทุนต่ำ พร้อมกับมีความสะดวกและง่ายต่อการปฏิบัติ จึงเป็นระบบที่ได้รับความนิยมและแพร่หลายมาก โดยเฉพาะประเทศแถบ Caribbean และประเทศแถบเอเชีย (Ito, 1999; Jensen, 1999) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาและวิจัยอย่างต่อเนื่อง โดยในต่างประเทศได้ทำการศึกษาและวิจัยดังต่อไปนี้

Benoit and Ceustermans (1991) รายงานว่าในปี ค.ศ. 1980 ได้มีการเริ่มต้นวิจัยปลูก Radish ในระบบ DFT พบว่าสามารถเจริญเติบโตได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

Lee *et al.* (1993a) ได้ทำการปลูก sweet basil โดยใช้สูตรสารละลายธาตุอาหารของ David และ Stewart ในความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร 4 ระดับ คือ 2, 1, 1/2 และ 1/4 เท่า พบว่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตในระยะแรก แต่มีผลต่อการเจริญเติบโตในระยะหลัง และมีผลต่อน้ำมันหอมระเหย โดยสารละลายธาตุอาหารที่ระดับความเข้มข้นมาตรฐานให้ผลดี

Lee *et al.* (1993b) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตและน้ำมันหอมระเหยของ sweet basil ในระบบ Aeroponic (AP), Nutrient film technique (NFT), DFT และ Substrate culture [โดยใช้ Cabonized rice hull (CRH)] ในฤดูร้อนและฤดูใบไม้ผลิ พบว่าในระบบ AP ให้น้ำหนักแห้งของใบและรากดีที่สุด และระบบ NFT ให้น้ำหนักสดของใบและรากดีที่สุด ส่วนที่ปลูกใน CRH ให้น้ำหนักต้นสดและแห้งดีที่สุด สำหรับในฤดูร้อนพบว่าความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยดีที่สุดที่ปลูกใน DFT ส่วนองค์ประกอบรวมของน้ำมันหอมระเหยพบว่าที่ปลูกในระบบ NFT มีปริมาณมากที่สุด

Lee *et al.* (1994a) ทำการทดลองปลูก sweet basil ในฤดูร้อนแบบระบบ DFT ภายใต้สภาพร่มเงาต่างๆ สรุปได้ว่าการเจริญเติบโตโดยรวมภายใต้ร่มเงาที่ใช้ผ้าขาวบาง และแบบปลูกกลางแจ้งดีที่สุด โดยที่ปลูกภายใต้ร่มที่ใช้ผ้าขาวบาง ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด

Lee *et al.* (1994b) ได้ทำการศึกษาปลูกมะเขือเทศพันธุ์ Seo Gwang ในระบบ NFT ระบบ Modified nutrient film technique (โดยใช้ rochwool เป็นวัสดุปลูกวางในระบบ NFT) และระบบ DFT ร่วมกับการลดค่า EC ลงครึ่งหนึ่งของสูตรสารละลายธาตุอาหาร Hoagland and Aron พบว่าระบบ MNFT และระบบ DFT ให้ผลผลิตดีกว่าระบบ NFT

Chung *et al.* (1994) ได้ทดลองปลูกแตงกวาในระบบ DFT โดยให้สารละลายธาตุอาหารมีค่า EC ดังนี้ 1/4, 1/2, 1 และ 2 เท่าของสารละลายธาตุอาหารที่กำหนดโดย Japanese horticuiture experiment station (JBS) พบว่าความสูง พื้นที่ใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของใบ ต้นและรากลดลง เมื่อ EC ของธาตุอาหารลดลง โดยผลผลิตของแตงกวาสูงที่สุดในสูตรสารละลายมาตรฐานและมีแนวโน้มลดลงตามค่า EC ที่ลดลงเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kim (1995) ได้ทำการทดลองปลูก Perilla (*Perilla frutescens* Britton) ในฤดูหนาวของประเทศเกาหลี โดยปลูกในระบบ DFT และทำการศึกษาระยะห่างระหว่างต้นกับสารละลายธาตุอาหาร (Air space) ที่ระดับ 0 เซนติเมตร (Deep), 2.5 เซนติเมตร (Medium) และ 5 เซนติเมตร (Shallow) พบว่าทั้งสามระยะไม่มีผลต่อจำนวนใบและองค์ประกอบธาตุอาหารที่พืชดูดใช้ แต่ที่ระยะ Shallow ให้ผลผลิตด้านน้ำหนัก ราก และลำต้นที่ดี นอกจากนี้ยังได้ศึกษาถึงระยะปลูก [ความห่างระหว่างแถว (ซม) ต่อจำนวนต้น] ดังนี้ 40x10, 30x10 และ 20x10 ปรากฏว่าจำนวนใบต่อต้นต่ำที่สุดที่ระยะ 20x10 แต่ให้จำนวนใบต่อพื้นที่ปลูกมากที่สุด

Kim *et al.* (1995) ได้ทำการทดลองปลูก Leaf lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) ในระบบ AP, NFT และ DFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร คือ Cooper solution, Universal solution, Yamazaki solution และ JBS พบว่า เมื่อพืชอายุ 25 วัน ในระบบ NFT ของสารละลาย JBS ให้พื้นที่ใบ น้ำหนักใบสดและแห้งสูงสุดในระบบ AP แต่ในระบบนี้พืชมีพื้นที่ใบน้อยที่สุด พืชเจริญในสารละลายธาตุอาหาร JBS ได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายธาตุอาหารสูตรอื่น

Ikeda *et al.* (1995) รายงานการผลิต Spinach 18 พันธุ์ตลอดรอบปีในประเทศญี่ปุ่นโดยปลูกในระบบ DFT และ NFT แบบมี rockwool เป็นวัสดุปลูกภายในถ้วยปลูกภายใต้สภาพโรงเรือน ทำการเก็บผลผลิตเมื่อมีใบยาวประมาณ 25-30 เซนติเมตร พบว่า ฤดูร้อนพืชที่ปลูกในระบบ NFT ให้ผลผลิตสูงกว่า DFT และในฤดูหนาวพืชที่ปลูกในระบบ DFT ให้ผลผลิตสูงกว่าระบบ NFT

Cho *et al.* (1996) ได้ทดลองปลูก Cherry tomotoes CV. ในระบบ NFT, DFT, Aeroponics พบว่าการเจริญเติบโตในระบบ Aeroponics และ NFT ให้ผลดีกว่าระบบอื่นๆ มีการวัดอุณหภูมิบริเวณรากได้ 17-27 องศาเซลเซียส ในระบบ Aeroponic ซึ่งต่ำกว่าในระบบ DFT 4-5 องศาเซลเซียส โดยพบว่าผลผลิตสูงที่สุดในระบบ Aeroponics ได้ 86.08 ton/ha และทุกระบบที่ทำการทดลองวัดความหวานได้ 7.72-8.08 Brix

Kang *et al.* (1996) ทดลองปลูก Potatoes cv. และ Irish cobbler ในระบบ Aeroponics, DFT, NFT ผลจากการทดลองหลัง 60 วัน พบว่าจำนวนหัวต่อต้นได้ผลดังนี้ 74.4, 62.3 และ55.9 ส่วน Irish cobbler ได้ 43.7, 53.9 และ 34.9 ในระบบ Aeroponics DFT และ NFT ตามลำดับ ดังนั้นระบบ Aeroponics เป็นระบบที่สามารถนำมาผลิตท่อนพันธุ์ของ Potatoes cv. ได้ดีที่สุด เมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ

Benoit และ Ceusterman (1997) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในเชิงการค้าในระบบ NFT polyurethane (PVR), NFT-drip hybrid และ DFT –drip เพื่อปลูกแตงโมโดยพบว่าระบบ NFT-drip ให้ผลผลิตต่ำที่สุด ทั้งนี้เกิดจากการปริมาณการจ่ายสารละลายไม่เพียงพอ (1.8 ลิตรต่อชั่วโมง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ohkubo *et al.* (1997) ได้ทดลองปลูกแตงโม (*Cucumis melo* L.) ในระบบ DFT และ NFT ทดลองปลูกในฤดูใบไม้ผลิที่ Tokai R และ Knight ซึ่งจากการทดลองพบว่าขนาดของใบใหญ่ที่สุดในระบบ DFT ของ Tokai R โดยขนาดของผล น้ำหนัก และเปอร์เซนต์คุณภาพของผลผลิตดีที่สุดในระบบ DFT ของ Knight

Shang *et al.* (1997) ได้ทำการศึกษาความเข้มข้นของ Selenium (Se) ต่อการปลูก Butter letuces, Red leaf lettuces และ Glass lettuces ในระบบ DFT พบว่า Glass lettuces สามารถดูดใช้ Se ได้มากกว่าพันธุ์อื่นๆ

Sakamoto *et al.* (1998) ได้รายงานการทดลองของ Sycho no Chikara ซึ่งเขาได้ศึกษาการเจริญเติบโตและคุณภาพของไม้ตัดไม้ตัดดอกเบญจมาศ โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบระบบ Hydroponics 4 ระบบด้วยกัน (ทำในช่วงเดือนมิถุนายน-ตุลาคม) คือ ระบบ capillary mat/drinage (CM/D), capillary mat/recycling (CM/R), deep flow technique/intermittent circulation (DFT/IC) และ deep flow technique/continuous circulation (DFT/CC) ทุกระบบใช้สูตรสารละลายเดียวกัน โดยมีการปลูกในดินเป็น control พบว่า ความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกในการปลูกระบบ CM/D และ DFT/IC ให้ผลเหมือนกันกับ control ในระบบ DFT/CC พืชจะต้นเตี้ยและอ่อนแอ การเจริญเติบโตต่ำที่สุดในระบบ DFT/CC เพราะระบบนี้จะขาด O_2 มีอุณหภูมิไม่เหมาะสมในฤดูร้อน ส่วนระบบที่ให้คุณภาพของผลผลิตเบญจมาศได้ดีที่สุด คือ การปลูกในระบบ capillary mat มากกว่า ในระบบของ DFT

Zhu *et al.* (1998) ได้ปลูกผัก 20 ชนิด ในระบบ DFT เพื่อวิเคราะห์ปริมาณของ Nitrate โดยใช้สารละลายธาตุอาหารของ Hoagland ในช่วงปี 1995-1996 ความแตกต่างของปริมาณ Nitrate ขึ้นอยู่กับพันธุ์ และ species ในผัก เช่น Asparagus, lettuce, radish, celery และ pak-choi จะสะสม Nitrate แต่ในขณะที่ผักตระกูลถั่วและผักให้ผลเช่นแตงจะสะสม Nitrate น้อยมาก

Ito (1999) รายงานว่าประเทศญี่ปุ่น มีการแบ่งระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินดังนี้ DFT, NFT, Rockwool cultures gravel และ Sand culture ปรากฏว่าในช่วงปี ค.ศ. 1987-1997 มีพื้นที่ปลูกผักใน Greenhouse ด้วยระบบ DFT มากกว่าการปลูกด้วยระบบอื่น และมีแนวโน้มมากขึ้นทุกปี

Jensen (1999) รายงานว่าการปลูกพืชในระบบ DFT เป็นระบบการปลูกพืชที่ง่ายและเหมาะสำหรับปลูกผักกินใบ (Leafy vegetables) และพืชเครื่องเทศ (Herbs) รายงานว่าใน ค.ศ.1976 ได้ทำการทดลองปลูก Head lettuce ด้วยวิธีนี้ได้ผลดี และยังพบว่าการผลิตด้วยระบบนี้ได้รับความนิยมเป็นไปอย่างรวดเร็วในประเทศญี่ปุ่น และในประเทศแถบ Carribbean ซึ่งนิยมปลูก lettuce ในระบบนี้กันมาก

Son and Son (1999) ได้วิเคราะห์อุณหภูมิบริเวณรากของพืช ในระบบ NFT, DFT, Perlite Culture, Rockwool granulate culture และ Rockwool slab culture โดยในระบบ NFT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิจะไปมีผลต่อการเคลื่อนย้ายของสารละลายทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่อง ในระบบ DFT อุณหภูมิจะขึ้นอยู่กับสภาพร่มเงาส่วน Perlite culture และ Rockwool granulate culture อุณหภูมิบริเวณผิวจะสูงกว่าที่ระดับความลึก 5 เซนติเมตร 3 องศาเซนเซียส Rockwool slap culture พบว่ามีอุณหภมิสูงกว่าระบบอื่นๆ

Xing *et al.* (1999) ได้รายงานถึงการประชุมสัมนาทางวิชาการถึงอนาคตการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินของประเทศจีน โดยประเทศจีนได้นำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970-1979 โดยนำมาปลูกข้าวและพืชผัก ในระหว่างนี้ได้ทำการทดลองที่ Shandong Agricultural University (SAU) พัฒนาระบบ Lu-sc โดยปลูกผักในโรงเรือนของพื้นที่ Xinjeang และ Shengling oil ปลูกในพื้นที่ 20 ha ผลผลิตที่ได้ 135% (ระบบเปิด) ในปี ค.ศ. 1980-1989 Beijing Agricultural University, Nanjing Agricultural University, Chinese Academy of Agricultural scienes (CAAS) และอีกหลายสถาบันได้ทำการวิจัยระบบ Hydroponics ทำให้ได้พื้นที่ผลิตรวมมากกว่า 200 ha โดยพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่รอบเมืองใหญ่เช่น Shanghai, Beijiang, Nanjing, Hangzhou, Guangzhou และพื้นที่ผลิตน้ำมันหอมระเหยเช่น Xanjian, Daqing และ Shengli ระบบที่ใช้ปลูกได้แก่ NFT และ DFT และระบบที่มีการพัฒนาให้เหมาะสมกับกับพื้นที่ในประเทศ เช่น LU-SC, Floating capillary Hydroponics (FCH) และระบบ Solid manure soilless culture (SMSCS) โดยทุกระบบเน้นทำได้ง่ายต้นทุนการผลิตต่ำ โดยระบบที่พัฒนาจะเน้นระบบเปิด กลางแจ้งในพื้นที่ใหญ่จะผลิตพืชผัก ส่วนไม้ดอก สมุนไพรจะทำในพื้นที่ขนาดเล็ก มีสถาบันที่จัดตั้งขึ้นมาดูแลระบบการปลูกพืชแบบ Hydroponics โดยตรงได้แก่สถาบัน Hydroponics Research Center Southeast Coast ก่อตั้งในปี 1986 และ The special Organization for Hydroponics in Academic Society of Chinese Agricultural Engineering ซึ่งก่อตั้งในปี ค.ศ.1985 นอกจากนี้ยังมีนักวิชาการมากกว่า 60 คนจาก 8 ชาติได้จัดประชุมสัมนาเกี่ยวกับการปลูกพืชโดยใช้ระบบ Hydroponics ใน Hangzhow ปี ค.ศ.1994 โดยทั้งหมดให้ความสำคัญถึงการนำระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมาพัฒนาระบบ ทั้งในปัจจุบันและพัฒนาให้มีศักยภาพในอนาคต

การปลูกพืชผักในระบบ DFT ในประเทศไทย

ศิริภรณ์ (2532) ได้ทำการปลูกมะเขือเทศในระบบ Deep water culture ภายใต้สภาพโรงเรือนพบว่าเจริญเติบโตได้ดี มีการติดผล 59.9 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักผลเฉลี่ย 42.8 กรัม และมีอัตราส่วนน้ำหนักต้นต่อรากเฉลี่ย 2.5 : 1 โดยเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้าย (ช่อที่ 3) เมื่ออายุ 137 วัน หลังจากวันเพาะเมล็ด

ทัศนีย์และคณะ (2535) รายงานว่า กรมการสัตว์ทหารบก จังหวัดนครปฐมได้ทำการปลูกผักหลายชนิด โดยวิธีการจุ่มแช่รากพืชทั้งหมดลงในสารละลายธาตุอาหารพืชที่บรรจุในภาชนะ ขนาดกระบะ 1x0.6x0.50 เมตร บรรจุสารละลายธาตุอาหารปริมาณ 40 ลิตร ให้อากาศโดยใช้ปั๊มเป่าอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และใช้สูตรสารละลายธาตุอาหารของภาควิชาเกษตร มหาวิทยาลัยแห่งรัฐควีนแลนด์ ประเทศออสเตรเลีย พบว่าผักสามารถเจริญเติบโตให้ผลผลิตดี มีดังนี้ ผักคะน้า ผักกาดหอม ผักกวางตุ้ง ผักกาดขาว และ ผักนวลจันทร์

ถนิมนันต์ และ ศุภชัย (2538) ได้ทดลองปลูกสะระแหน่ในระบบ DFT ประยุกต์พบว่าการปลูกด้วยระบบนี้ให้ผลผลิตดีกว่าการปลูกในดิน และสามารถลดค่าใช้จ่ายในด้านแรงงานลงได้มาก นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถปลูกในระบบที่ไม่มีอากาศเป่าได้ ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตไปได้อีกระดับหนึ่ง และยังทำการศึกษาถึงระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 โดยในระบบที่ไม่มีการเป่าอากาศให้ผลผลิตที่ไม่มีความแตกต่างกันแต่ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มี EC เท่ากับ 2 มีแนวโน้มการให้ผลผลิตที่ดีที่สุดในระยะยาวและได้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่ายอมรับถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าสะระแหน่ที่มาจากท้องตลาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ยลจิตร (2538) ได้ทำการทดลองปลูกผักหลายชนิดในภาชนะขนาดต่างๆ พบว่าภาชนะที่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชผักที่ให้น้ำหนักสดประมาณ 1 กิโลกรัม ควรมีขนาดจุประมาณ 2.5-3 ลิตร ส่วนพืชผักที่ให้น้ำหนักสดมากกว่านี้ อาจจะต้องเติมน้ำยาเป็นประจำทุกวันในปริมาณ 1/3 ของปริมาตร ซึ่งประสบความสำเร็จอย่างดีใน ผักกาดขาว ผักกาดเขียวปลี ผักกาดหัว ผักกาดหอม ผักคื่นฉ่าย ผักบุ้งจีน ผักชีฝรั่ง กะหล่ำปลี ต้นหอม โหระพา กระเพรา และถั่วฝักยาว

กระบวน และเอกสิทธิ์ (2540) ได้ทดลองปลูกผักกาดหอมและคื่นฉ่าย ในภาชนะดัดแปลงขนาด กว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 6 เมตร ลึก 10 เซนติเมตร ภายใต้โรงเรือนหลังคาพลาสติกด้านข้างเปิด ในบริเวณสวนจิตรลดา พบว่าพืชสามารถเจริญเติบโตได้ดี และให้ผลผลิตสูง

อารีย์ (2540) ได้ทำการศึกษาคัดเลือกเทคนิคที่เหมาะสม ในการปลูกพืชโดย Hydroponics 5 แบบ คือ Substrate culture, Liquid culture แบบ Non-circulating system, Aeroponics และ NFT ควบคู่กับโรงเรือนปลูกพืชหลังพลาสติก 2 แบบ คือ โรงเรือนปลูกพืชแบบหลังคาเพลิงหมาแหงน (Sloping, slap roof) และแบบหลังคาโค้ง สองชั้นซ้อนกัน (Curve, double roof) โดยใช้แตงแคนตาลูป ผักคะน้าจีนและผักกาดหอมเป็นพืชทดลอง พบว่าต้นแตงแคนตาลูปที่ปลูกด้วยระบบ NFT ภายใต้โรงเรือนปลูกพืชแบบหลังคาเพลิงหมาแหงน และต้นที่ปลูกในระบบ Substrate culture ภายใต้โรงเรือนปลูกพืชแบบหลังคาโค้งสองชั้นซ้อนกัน ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลสูงสุด ผักคะน้าจีนที่ปลูกในระบบ Liquid culture แบบ Non- circulating system และผักกาดหอมที่ปลูกในระบบ NFT ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของต้นสูงสุดทั้งสองโรงเรือน ต้นแตงแคนตาลูปและผักกาดหอมที่ปลูกด้วยระบบ Liquid culture แบบ Circulating system ตายหมดทั้งสองโรงเรือนปลูกพืชภายใน 6 สัปดาห์ และ 3 สัปดาห์ หลังย้ายปลูกลงสู่กระบะสารละลายธาตุอาหาร ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

พรประพา (2544) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยทางดินสูตร 13-13-21 ทดแทน Soilless fertilizer ในการเตรียมสารละลายธาตุอาหาร สำหรับปลูกผักบางชนิดใน DFT แบบเป่าอากาศและไม่เป่าอากาศ เพื่อให้ได้ผลผลิตและคุณภาพที่ดี ซึ่งเท่ากับเป็นการหาแนวทางในการลดต้นทุนและเพิ่มความสะดวกให้แก่การผลิตพืชผัก การวิจัยแบ่งเป็น 5 การทดลองย่อย ตามชนิดพืชผักทดลอง ดังนี้ ผักกาดหอม ผักโขม ผักกวางตุ้ง ผักคื่นฉ่าย และผักชี โดยทำการทดลองในสารละลายธาตุอาหาร 4 สูตร ซึ่ง 2 สูตร จะมี Soil fertilizer เป็นองค์ประกอบโดยจะทำการเป่าและไม่เป่าอากาศ จากการทดลองสรุปได้ว่าผักทั้ง 5 ชนิดสามารถปลูกในระบบ DFT ได้โดยมีข้อจำกัด กล่าวคือ โดยรวมจะเจริญเติบโตได้ดีในสารละลายธาตุอาหาร Soilless fertilizer (Benoit, 1992) จะดีที่สุด ถึงแม้ว่าจะทำการเป่าหรือไม่เป่าก็ตาม แต่เมื่อปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ Soil fertilizer เป็นปุ๋ยนั้น ผักจะเจริญเติบโตได้เป็นที่น่าพอใจก็ต่อเมื่อทำการเป่าอากาศเท่านั้น สำหรับ Modified soilless fertilizer กลับให้ผลเช่นเดียวกับ Soil fertilizer จุดที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งที่ได้รับจากการการทดลอง คือ ความเป็นไปได้ในการใช้น้ำประปาสำหรับเตรียมสารละลายธาตุอาหาร โดยไม่ได้นำมาปรับกับสูตรสารละลายธาตุอาหารแต่อย่างไร

2. ถั่วฝักยาว

ถั่วฝักยาวเป็นพืชผักที่นิยมรับประทานกันมากในประเทศไทย และภูมิภาคเขตร้อนทั่วไป ความต้องการของตลาดทั้งภายใน และภายนอกสูง เป็นพืชผักที่สำคัญทางเศรษฐกิจมากของภูมิภาคนี้

ประวัติ

ถั่วฝักยาวมีประวัติถิ่นกำเนิดในเขตร้อนทางทิศตะวันตกของทวีปแอฟริกามานานกว่า 5000 ปี หลังจากนั้นมาปลูกในอินเดีย และนำไปปลูกในทวีปเอเชีย (จานุลักษณ์, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเทศในแถบเอเชีย ซึ่งได้แก่ ประเทศจีน อินเดีย และประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการปลูกถั่วฝักยาวและนิยมรับประทานกันมาก

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ถั่วฝักยาวเป็นพืชล้มลุกจัดอยู่ใน

Class Dicotyledoneae

Order Rosales

Family Leguminosae

Genus Vigna

Species Sequipedalis

ชื่อสามัญ : Yard long bean, Asparagus bean ชื่อที่เรียกในประเทศไทย ถั่วดอ ถั่วปี ถั่วสายเสือ ถั่วไส้หมู (ภาคเหนือ) ถั่วพุงหมู (ปราจีนบุรี)

ลักษณะต่างๆ ของถั่วฝักยาว

ราก ประกอบด้วยรากแก้ว (Tap root) เจริญเติบโตลึกลงไปในดินมีรากแก้วสั้น ส่วนรากแขนง (Lateral branch) จะแผ่ไปตามผิวดินตื้นๆกว้างประมาณ 12 นิ้ว รากฝอยอยู่ตื้นมาก ซึ่งรากฝอยมีปมเป็นที่อยู่อาศัยของแบคทีเรีย ทำให้เกิดการตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้

ลำต้น ลำต้นมีลักษณะเป็นเถาเลื้อย ไต่พันตามค้างขึ้นไป การทำค้างให้ถั่วฝักยาวจะทำให้ได้ผลผลิตดีกว่าไม่ทำค้าง การเลื้อยพันของเถาจะใช้ลำต้นแบบทวนเข็มนาฬิกา

ใบ ถั่วฝักยาวจัดเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ มีใบสีเขียวแบบ Pinnately compound leaves ซึ่งมีสามใบย่อย (leaf lets) และก้านใบทั้งสามติดกันเรียกว่า trifoliage มีฐานของก้านใบรวมมีหูใบ รูปร่างคล้ายใบอยู่หนึ่งคู่ มีลักษณะและขนาดแตกต่างกันไป ใช้ในการจำแนกของพืชตระกูลถั่ว

ดอก เป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีสีม่วงหรือสีขาว ดอกมีเกสรตัวผู้ (stamen) 10 อัน 9 อันแรกติดกันอีกชั้นหนึ่งจะแยกกันอยู่ต่างหาก ซึ่งดอกมีลักษณะเรียกว่า diadelphous ลักษณะดอกที่สำคัญมีวงนอกสุด (calyx) เป็นหลอด (tube) ติดอยู่ที่ฐานของดอก ปลาย calyx มี 5 แฉกเท่ากับจำนวนกลีบดอกเรียกว่า calyx teeth วงถัดไปคือ corolla ประกอบด้วย กลีบดอก (pepal) 5 อัน แตกต่างกันไป 3 ชนิด กลีบนอกสุด (posterior or uppermost) เป็นแผ่นกว้างกว่ากลีบทั้งหมด ปลายโค้งขึ้นทำมุมกับกลีบดอกอื่นๆเรียกว่า standard หรือ verillam ถัดเข้ามาเป็นกลีบดอกมีลักษณะเหมือนกัน 2 กลีบ เรียกว่า wing petal หรือ alae แต่ละกลีบมีก้านยาวเรียกว่า "claw" กับส่วนที่แผ่กว้าง มีลักษณะคล้ายนิ้วมือ บางทีจะเห็นว่ามันยื่นกลับเข้าหาฐานดอก กลีบดอกคู่นั้นแยกกันอยู่อย่างอิสระ อีกส่วนที่มองเห็นได้อยู่ใต้ wing petals นั่นคือ keel petals มี 2 กลีบทั้งคู่มี claw ชัดเจนภายใต้ keel มีเกสรตัวผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และตัวเมีย ที่ก้านของเกสรตัวเมีย (style) จะมีขนเป็นพู่อยู่อันหนึ่ง เนื่องจากเกสรตัวผู้ และไข่ถูกห่อหุ้มด้วย keel standard and wing จึงเกิดการผสมในดอกเดียวกัน แต่มีบางดอกพบว่า เกิดการผิดปกติของโครงสร้างภายในกลีบดอก ทำให้กลีบดอกอัดตัวเป็นรูปกรวยตัน stigma และบางส่วนของ style โผล่พ้นกลีบดอกออกมา ถ้าผิว stigma ไม่แห้งเนื่องจากอยู่ในสภาพไม่เหมาะสมจะมี Pollinator นำ Pollen จากต้นอื่นก็สามารถติดฝักจากการผสมข้ามได้ เพราะ filament ในดอกเดียวกันไม่แข็งพอที่จะดัน anther ให้โผล่พ้นออกมา โดยที่ pollen จากดอกชนิดนี้ปกติทุกประการ ดังนั้นจึงไม่เกิดการผสมตัวเอง ถั่วฝักยาวเป็นพืชผสมตัวเอง แต่จะเกิดการผสมข้ามบ้างประมาณ 10 % อาศัยแมลงเพียง 1-5%

ฝักและสีของฝัก ลักษณะฝักมีรูปร่างกลมยาวประมาณ 1-2 ฟุต มีเนื้อมาก และเปราะเมื่อแก่จะพองตัวอ่อนนุ่ม และสีซีด เมื่อแห้งจะเหี่ยวย่น เมล็ดกับฝักแยกกันอยู่ ถั่วฝักยาวจะมีสีเขียวอ่อนถึงเขียวเข้ม บางพันธุ์จะมีสีเขียวปลายสีม่วง และมีเมล็ดตั้งแต่ 10-50 เมล็ดต่อฝัก

เมล็ดและสีของเมล็ด เมล็ดถั่วฝักยาวเป็นรูปไตยาว (elongated kidneyform) มีสีต่างๆตามพันธุ์ เช่นสีดำ แดง ขาว ขนาดความยาวเมล็ด 8-12 มิลลิเมตร ความหนาของเมล็ดน้อยกว่าความกว้าง (ทศพร, 2531)

สภาพดินฟ้าอากาศที่เหมาะสมในการปลูกถั่วฝักยาว

ถั่วฝักยาวเป็นพืชเมืองร้อนต้องการอากาศอบอุ่น หรืออากาศร้อนในการเจริญเติบโต ถ้าอากาศหนาวจะไม่ค่อยได้ผลดีนัก อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตคือ 16-24 องศาเซลเซียส ถ้าปลูกในอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส จะทำให้ชะงักการเจริญเติบโตเนื่องจากรากไม่สามารถดูดอาหารได้ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงจนเกินไป หรือฝนตกชุกดอกจะร่วง ฤดูการที่เหมาะแก่การปลูกถั่วฝักยาวได้แก่ ฤดูแล้งซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าฤดูฝน แต่คุณภาพของฝักในฤดูฝนจะยาว และอวบ ส่วนในฤดูแล้งฝักจะกระด้าง (ทศพร, 2531; เมฆ, 2541)

การเก็บเกี่ยว การเก็บเกี่ยวฝักสดนั้นจะเก็บเกี่ยวได้เมื่อถั่วมีอายุได้ประมาณ 60-90 วันหลังจากปลูกการเก็บเกี่ยวโดยทั่วไปควรเก็บในช่วงเช้าที่มีแสงแดดอ่อนๆ จะใช้มือเด็ดหรือกรรไกรตัดการเก็บควรเลือกฝักที่ยังไม่พอง มีความเรียบสม่ำเสมอ สีฝักไม่จางในการเก็บควรรีบนำเข้าร่ม ห้ามล้างน้ำจะทำให้เก็บได้ไม่นาน ควรเก็บทุก 2-4 วัน (ทศพร, 2531; อุดม, 2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์

1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะกล้าและอุปกรณ์ใช้ในระบบปลูก

- ถาดสำหรับเพาะกล้า
- กระดาษทิชชู
- เมล็ดพันธุ์ถั่วฝักยาว
- ถังผสมสารละลายขนาดบรรจุ 150 ลิตร
- กระบะปลูก
- เชือก
- ภาชนะปลูกขนาดบรรจุ 35 ลิตร (กะละมัง)
- แผ่นโฟมเจาะรูตรงกลาง
- ฟองน้ำอัด , ถ้วยปลูก
- เครื่องเป่าอากาศ ขนาดเล็ก (ภาพที่ 1)
- เครื่องมือวัดความเป็นกรดด่างของสารละลายธาตุอาหาร (pH – meter)
- เครื่องมือวัดความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (EC – meter)
- ปุ๋ยต่างๆ มีดังนี้

  : Soilless fertilizer(Benoit, 1992)

  : ปุ๋ยทางดิน (15-15-15, 13-13-21)

  : ปุ๋ยธาตุรอง (Unilate ประกอบด้วย Mg 2.4%, Mn 1.5 %, Cu 0.5%, Zn 0.5%, Co 0.3%, B 0.3% และ Mo 0.03%

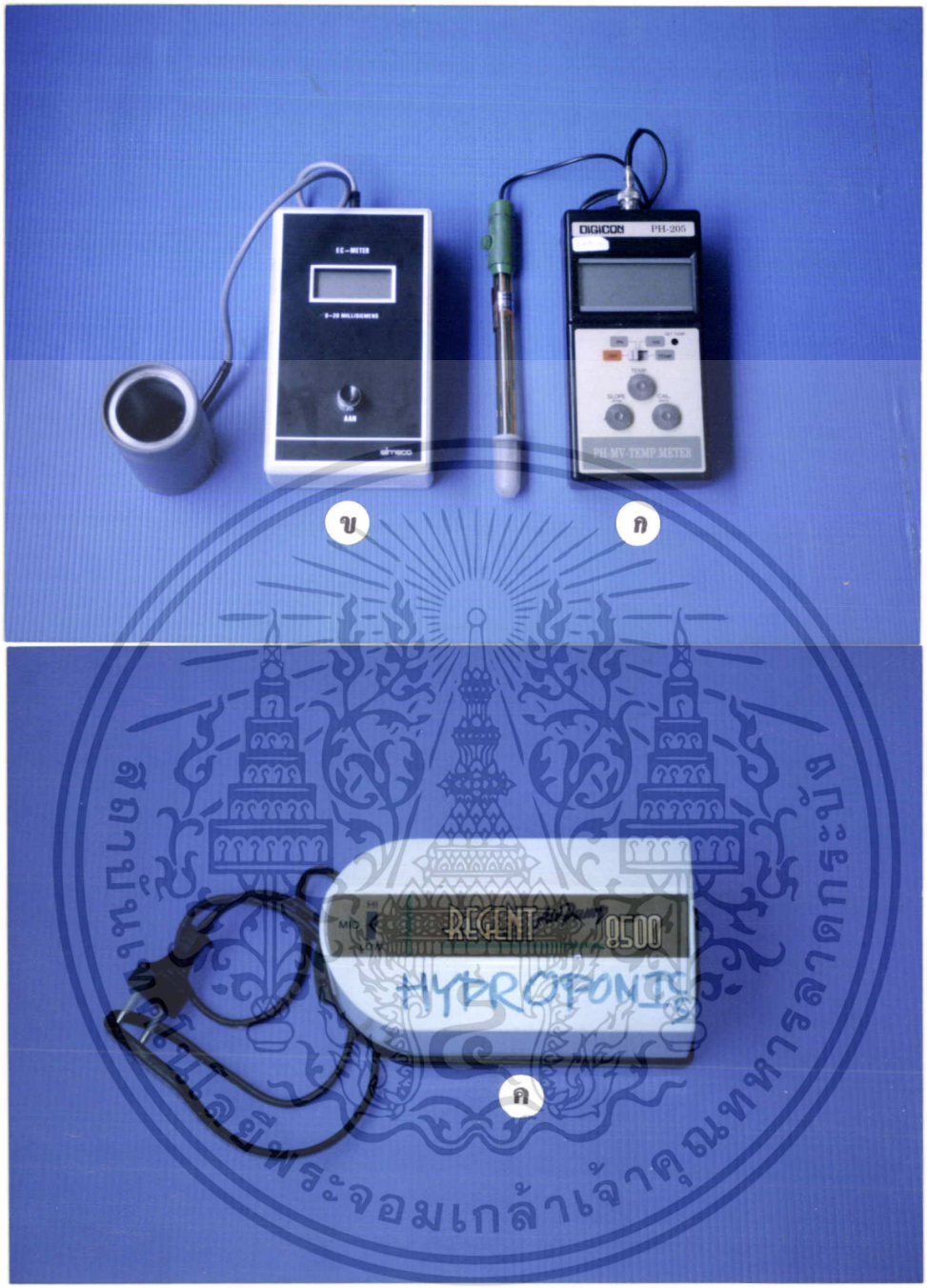
1.2 อุปกรณ์การตรวจหาเชื้อรา Phytophthora spp. *และ Pythium* spp. *และการสำรวจโรค*

- เมล็ดแตงกวา
- กล้องจุลทรรศน์
- น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ
- ตู้เขี่ยเชื้อ
- สารละลายธาตุอาหารได้แก่ สูตร Benoit (1992), 15-15-15, 13-13-21
- อุปกรณ์เขี่ยเชื้อมี ดังนี้ เข็มเขี่ยเชื้อ ตะเกียง ไม้ขีดไฟ
- เครื่องแก้วต่างๆ เช่น Petri-dish, Flash, Cylinder ฯลฯ
- อาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อาหาร PDA+Rose bengal (PDA+Rb)
- selective media
  - : BNPRAH สำหรับเลี้ยงเชื้อ *Phytophthora* spp. ประกอบด้วย Benomyl 10 ppm, Nystatin 25 ppm, PCNB 25 ppm, Rifampicin 10 ppm, Ampicillin 500 ppm, Hymyxazol 25-50 ppm
  - : BNPRA สำหรับเลี้ยงเชื้อ *Pythium* spp. ประกอบด้วย Benomyl 10 ppm, Nystatin 25 ppm, PCNB 25 ppm, Rifampicin 10 ppm, Ampicillin 500 ppm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้เก็บข้อมูลทางสภาพแวดล้อมและเครื่องเป่าอากาศให้แก่สารละลายธาตุอาหาร

ก. pH meter

ข. EC meter

ค. เครื่องเป่าอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 6 ซ้ำ โดยได้ทดลอง 3 Treatment ซึ่งมีดังนี้

Treatment ที่ 1. สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 (Benoit, 1992)

Treatment ที่ 2. สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 2 (13-13-21+ Unilate)

Treatment ที่ 3. สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 3 (15-15-15+ Unilate)

1. วิธีการปลูกในระบบ DFT

1.1 การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร

การเตรียมสารละลายธาตุอาหารในครั้งนี้ได้ใช้น้ำประปาเตรียมสารละลายธาตุอาหาร (มีค่า EC 0.2 ms/cm^2, pH 7-8) โดยการทดลองในครั้งนี้ได้ตรวจสอบและปรับค่า pH และ EC ของสารละลายธาตุอาหารทุกวัน และ ปรับค่า pH ของสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ในช่วง 5.0-6.5 โดยใช้ KOH และ HCl ส่วนค่าของ EC จะอยู่ที่ช่วง 1.5-3 ms/cm^2

1.1.1 สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1

การเตรียม stock solution ของสารละลายธาตุอาหารพืช สูตรสารละลายธาตุอาหาร soilless fertilizer ความเข้มข้น 100 เท่าปริมาณ 10 ลิตร

ชนิดของสาร	น้ำหนักของสารที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย
Stock A	
$Ca(NO_3)_2$	670 กรัม
KNO_3	296 กรัม
Iron (EDDHA, Fe 6%)	37.5 กรัม
Stock B	
KNO_3	296 กรัม
KH_2PO_4	177 กรัม
$MgSO_4$	160 กรัม
$MnSO_4.H_2O$	1.7 กรัม
H_3BO_3	2.85 กรัม
$ZnSO_4.7H_2O$	1.15 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$CuSO_4.5H_2O$	0.19 กรัม
Na_2MoO_4	0.12 กรัม

1.1.2 สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 2

การเตรียม stock solution ของสารละลายธาตุอาหารพืช สูตรสารละลายธาตุอาหาร สูตร 13-13-21 ความเข้มข้น 100 เท่าปริมาณ 10 ลิตร

ชนิดของสาร	น้ำหนักของสารที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย
ปุ๋ยสูตร 13-13-21	709.73 กรัม
$Ca(NO_3)_2$	669.99 กรัม
K_2SO_4	48.42 กรัม
Unilate	500 กรัม

1.1.3. สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 3

การเตรียม stock solution ของาสารละลายธาตุอาหารพืช สูตรสารละลายธาตุอาหาร สูตร 15-15-15 ความเข้มข้น 100 เท่าปริมาณ 10 ลิตร

ชนิดของสาร	น้ำหนักของสารที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย
ปุ๋ยสูตร 15-15-15	616.51 กรัม
$Ca(NO_3)_2$	669.99 กรัม
K_2SO_4	453.77 กรัม
Unilate	500 กรัม

1.2 การเพาะเมล็ดและการดูแลระบบอนุบาลกล้า

ทำการเพาะเมล็ดถั่วฝักยาวบนกระดาษทิชชู ในกระบะเพาะจากนั้นรดน้ำเป็นเวลา 2 วัน เมล็ดถั่วก็จะเริ่มงอก หลังจากนั้นนำกล้าใส่ในฟองน้ำ(ขนาดกว้าง x ยาว x สูง : 1.5x1.5x1.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร) และ นำฟองน้ำใส่ในถ้วยปลูก จากนั้นนำไปปลูกลงในระบบอนุบาลต้นกล้า [แบบ DFT ขนาดบรรจุสารละลายธาตุอาหาร 2,000 มิลลิลิตร ซึ่งบรรจุสารละลายธาตุอาหารเจือจาง (EC0.5-1.25 ms/cm^2)] ทำการอนุบาลต้นกล้าเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (ภาพที่2) จึงย้ายลงระบบปลูกต่อไป

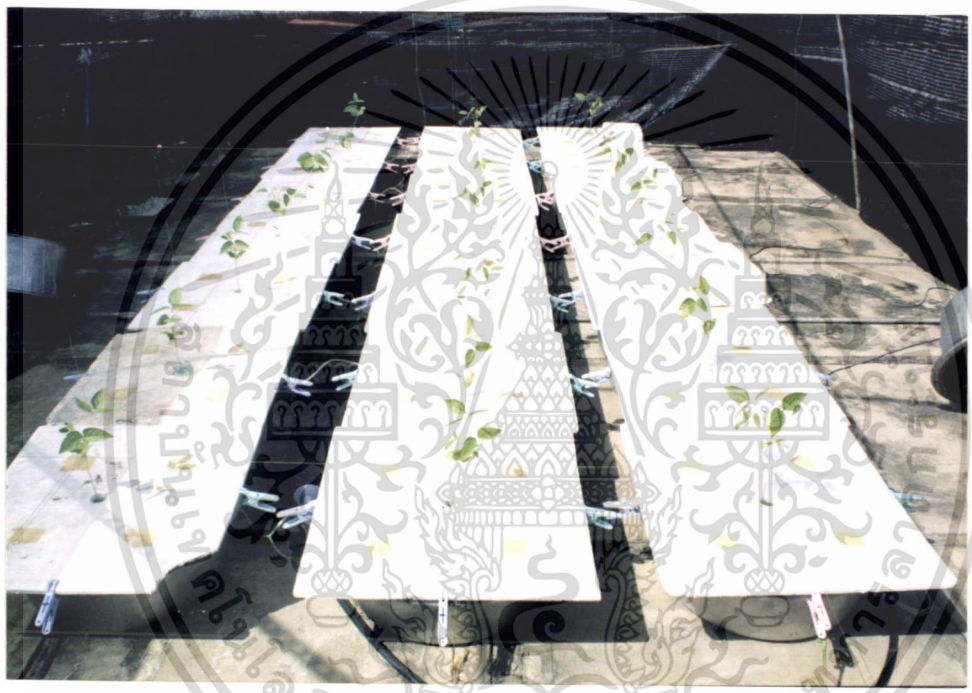
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
93958

ภาพที่ 2 แสดงต้นกล้าในระบบอนุบาลกล้า

1.3 การลงระบบทดลองและการดูแลรักษา

เมื่อต้นกล้าเริ่มมีใบ 4-5 ใบ (อายุ 2 สัปดาห์) จึงย้ายลงปลูกในระบบ DFT ขนาดทดลอง (ซึ่งบรรจุสารละลายธาตุอาหารอยู่ 35 ลิตร) วางถ้วยปลูกลงบนแผ่นโฟมตรงตำแหน่งที่เจาะรูสำหรับปลูกพืชบนภาชนะขนาดทดลอง โดยเหลือช่องว่างระหว่างผิวสารละลายถึงโฟมประมาณ 5 เซนติเมตร ทำการเป่าอากาศโดยใช้ปั๊มเป่าอากาศ และปรับลมที่เป่าให้เท่าๆ กัน ในขณะลงระบบควรทำค้างให้ต้นถั่ว โดยใช้เชือกไนล่อนขึงขึ้นไปด้านบน (ภาพที่3) และเมื่อต้นถั่วเจริญเติบโตสูงถึง 2 เมตร จะตัดยอด โดยจะปลูกในระบบทดลองเป็นเวลา 11 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แสดงต้นกล้าในระบบทดลอง

2. วิธีการตรวจหาเชื้อรา Phytophthora spp. *และ Pythium* spp. *ที่ปนเปื้อนในระบบ และ การสำรวจโรค*

ทำการศึกษาหาปริมาณเชื้อรา *Phytophthora* spp. และ *Pythium* spp. ปนเปื้อนอยู่ในสารละลายธาตุอาหาร โดยใช้วิธี Baiting technique บนอาหารแยกเชื้อสูตรเฉพาะ (selective media) โดยทำการเก็บตัวอย่างสารละลายธาตุอาหารพืช 2 ครั้ง (ก่อนปลูก และ หลังปลูก) (จิระเดช และ คณะ, 2534)

การหาปริมาณเชื้อราโดยวิธี Baiting technique โดยนำปิเปตดูดสารละลายที่ต้องการแยกเชื้อออกมา 10 มิลลิลิตร นำเมล็ดแตงกวา 10 เมล็ดแช่ในสารละลายธาตุอาหารดังกล่าว ทิ้งไว้ 48 ชั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมง คีบเมล็ดแตงออกมาล้างด้วยน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว 2-3 ครั้ง ซับให้แห้งนำไปวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA+BNPRAH (กรณีหาเชื้อ *Phytophthora* spp.) และ PDA+Rb+BNPRA (กรณีหาเชื้อ *Pythium* spp.)

สถานที่ทำการทดลองและระยะเวลา

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ได้กระทำขึ้นที่ ดาดฟ้าชั้น 5 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังในระหว่างเดือนตุลาคม 2544- มกราคม 2545

การบันทึกผลการทดลอง

1. การเจริญเติบโต

บันทึกโดยการสังเกตุการเจริญเติบโตของถั่วฝักยาว หลังจากลงระบบทดลอง(ตั้งแต่วันที่1-29)และบันทึกโดยการสังเกตุระยะเวลาการติดดอก (เริ่มตั้งแต่วันที่30-80)

2. ผลผลิต

เริ่มทำการบันทึกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 7-10 หลังจากลงระบบทดลอง โดยเก็บผลผลิต 2-3 ครั้ง/สัปดาห์

- จำนวนฝักเฉลี่ย/ต้น (ฝัก)
- ขนาดฝักเฉลี่ย (เซนติเมตร)
- ความยาวฝักเฉลี่ย (เซนติเมตร)
- น้ำหนักฝักสดเฉลี่ย/ฝัก (กรัม)
- น้ำหนักฝักแห้งเฉลี่ย/ฝัก (กรัม)
- จำนวนกิ่ง (กิ่ง)

3. ปริมาณเชื้อรา Phytophthora spp. และ Pythium spp. ที่ปนเปื้อนในระบบ และบันทึกโรคที่พบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลโดยวิธี Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan ' s Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18242

ผลการทดลอง

การเจริญเติบโต : หลังจากลงระบบทดลองพบว่าทั้ง 3 treatment มีการเจริญเติบโตทางลำต้นใกล้เคียงกัน ต้นถั่วฝักยาวเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยในช่วงวันที่ 1-15 การเจริญเติบโตเป็นไปอย่างล่าช้า และค่อยเป็นค่อยไป ต้นมีขนาดเล็ก แต่หลังจากนั้น (วันที่ 16-30) การเจริญเติบโตเป็นไปอย่างรวดเร็วมีการขยายของลำต้น แตกแขนงเพิ่มมากขึ้น ลำต้นขยายยาว (ยาว 170-180 เซนติเมตร) เมื่อสิ้นสุดวันที่ 29 จะพบการติดดอก โดยพบว่า Treament ที่ 1 เริ่มติดดอกก่อน Treatment ที่ 2 และ 3 ช่วงเวลาการติดดอกจะยาวนานกว่า Treatment ที่ 2 และ 3 ซึ่งการติดดอกจะทยอยไปเรื่อยๆ จนถึงวันที่ 75 ช่วงเวลาการติดดอกนานถึง 45 วัน ในขณะที่ Treatment ที่ 2 และ 3 จะติดดอกช้ากว่า Treatment ที่ 1 อยู่ 5วัน และทยอยการติดดอกจนถึงวันที่ 70 ช่วงเวลาการติดดอกเพียง 35 วัน (ตารางที่ 1, ภาพที่ 4, 5)

ตารางที่ 1 แสดงช่วงเวลาการติดดอกของถั่วฝักยาวที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ซึ่งใช้สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร และมีการเป่าอากาศ

	วันที่ติดดอก (วันหลังจากลงระบบ)									
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
T1	◄									►	
T2		◄							►		
T3		◄							►		

◄► ช่วงเวลาการติดดอก

ผลผลิต : จากการทดลองพบว่าถั่วฝักยาวสามารถให้ผลผลิตเป็นที่น่าพอใจ โดยเฉพาะ Treatment ที่ 1ที่มีจำนวนฝักเฉลี่ย/ต้น มากกว่า Treatment ที่ 2 และ 3 ยกเว้นสัปดาห์ที่ 8 ที่ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ (จากตารางที่ 1จะพบว่าการติดดอกของ Treatment ที่ 2 และ 3 จะช้ากว่า Treatment ที่ 1 และช่วงที่เริ่มติดดอกนี้ ทั้ง 2 treatment จะมีปริมาณการติดดอกสูง จึงทำให้ปริมาณฝักเฉลี่ย/ต้นสูงในสัปดาห์ที่ 8 ซึ่งทำให้ทั้ง 3 treatment ให้ผลไม่แตกต่างกัน และการติดดอกในทั้ง 2 treatment จะลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

อย่างมากหลังจากสัปดาห์ที่ 8) นอกจากนี้ยังพบว่า ขนาดฝัก และ ความยาวฝักเฉลี่ยก็มีแนวโน้มไปในทางเดียวกันกับจำนวนฝักเฉลี่ย/ต้น ซึ่ง Treatment ที่ 1 จะมีขนาดฝัก และความยาวฝักมากกว่า Treatment ที่ 2 และ 3 ที่ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 6) ส่วนน้ำหนักฝักสดเฉลี่ย/ฝัก และ น้ำหนักแห้งเฉลี่ย/ฝัก พบว่าให้ผลสอดคล้องกับขนาดฝัก จากการทดลองนี้ยังพบอีกว่า จำนวนฝักเฉลี่ย/ต้น, ขนาดฝักเฉลี่ย, ความยาวฝักเฉลี่ย และ น้ำหนักฝักสดเฉลี่ย/ต้น ในสัปดาที่ 7 ถึง 8 มีแนวโน้มสูงขึ้นแต่จะลดลงในสัปดาห์ที่ 9 และ จะลดลงต่ำที่สุดในสัปดาห์ที่ 10 ส่วนจำนวนกิ่งพบว่า ทั้ง 3 treatment ให้ผลไม่แตกต่างกันกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

การตรวจหาเชื้อรา Phytophthora spp. และ Pythium spp.ที่ปนเปื้อนในระบบ และทำการสำรวจโรค : จากการทดลองไม่พบเชื้อราทั้งสองชนิด แต่จะพบเชื้อไวรัสที่ใบ การเด็ดใบที่เกิดโรคไปทำลายสามารถลดการระบาดของโรคได้ นอกจากนี้ยังพบการระบาดของเพลี้ยอ่อน ซึ่งการใช้สารสกัดจากใบยาสูบก็สามารถลดการระบาดได้ดีเช่นกัน และ ยังพบอาการผิดปกติของพืชที่เกิดจากการลดต่ำลงของ pH โดยจะมีลดลงอยู่ในช่วง 3.5-4 โดยพบใน Treatment ที่ 2 และ 3 (ภาพที่ 7 และ 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ค่า Parameter ต่างๆ ของถั่วฝักยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร และมีการเป่าอากาศ

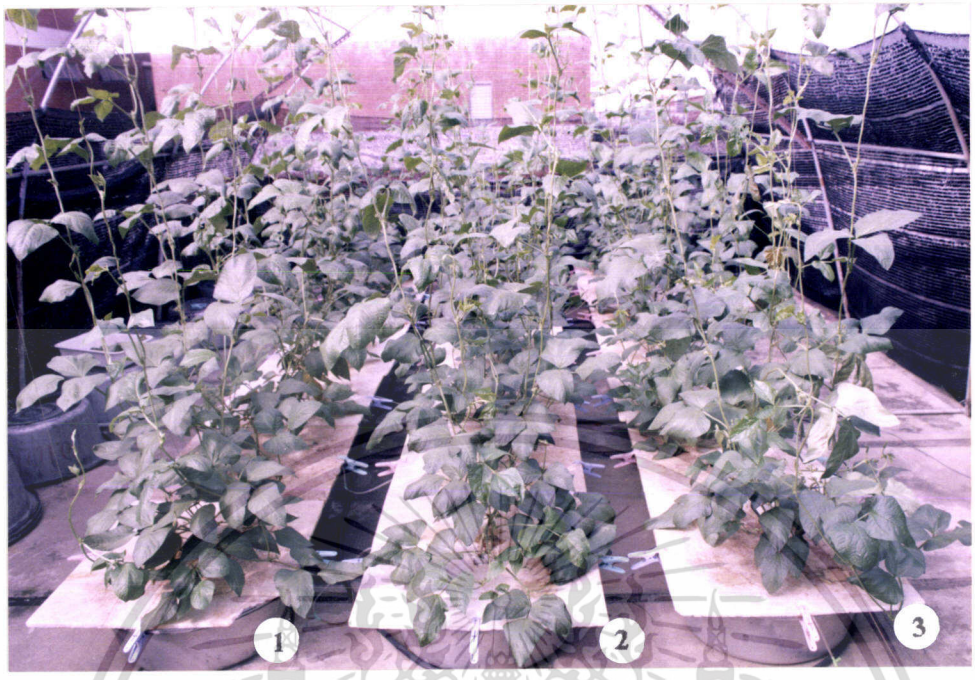
Parameter	สัปดาห์ที่ 7 *			สัปดาห์ที่ 8*			สัปดาห์ที่ 9*			สัปดาห์ที่10*		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
จำนวนฝักเฉลี่ย/ต้น (ฝัก)	22.00[1]a[2]	1.00b	9.00b	15.00a	19.00a	23.00a	14.00a	1.00b	3.00b	7.50a	0.66b	0.83b
ขนาดฝักเฉลี่ย (เซนติเมตร)	0.84a	0.51a	0.63a	0.91a	0.35b	0.42b	0.76a	0.07b	0.22b	0.63a	0.08b	0.16b
ความยาวฝักเฉลี่ย (เซนติเมตร)	38.46a	27.27a	30.56a	35.71a	26.15b	26.35b	25.92b	3.50c	11.67bc	23.06a	3.97b	6.33b
น้ำหนักฝักสดเฉลี่ย/ฝัก (กรัม)	16.73ab	10.25bc	8.49c	16.82a	6.23b	5.32b	12.52a	0.84b	3.06b	9.77ab	0.92c	3.90ab
น้ำหนักฝักแห้งเฉลี่ย/ฝัก (กรัม)	1.28a	0.81b	0.80b	1.69a	0.78b	1.11b	1.22a	0.11b	0.34b	1.38a	0.06b	0.16b
จำนวนกิ่ง (กิ่ง)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	6.00a	6.00a	6.00a

* สัปดาห์ที่เก็บเกี่ยว

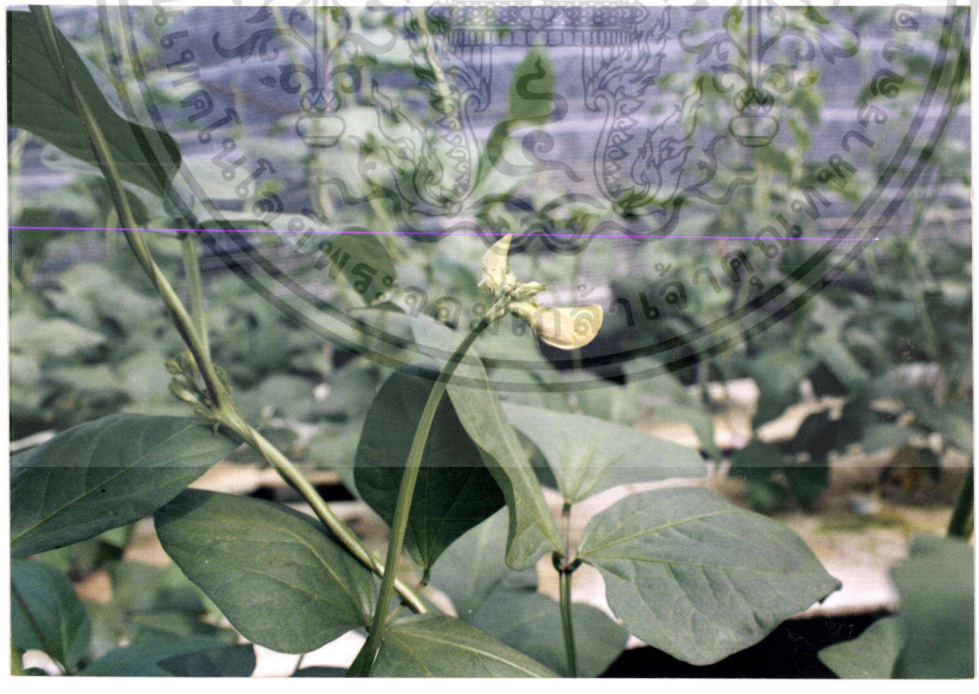
[1] ค่าเฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ

[2] ค่าเฉลี่ยของแต่ละ parameterในแต่ละสัปดาห์ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน จะไม่แตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

หมายเหตุ ดูรายละเอียดข้อมูลดิบและค่าวิเคราะห์ผลทางสถิติได้จากภาคผนวก

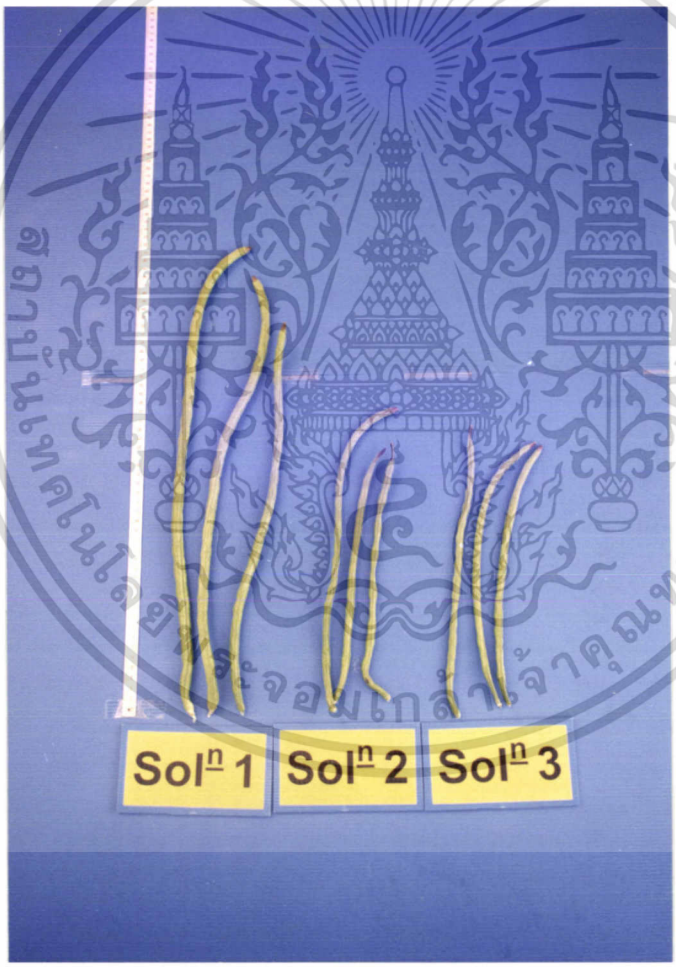


ภาพที่ 4 แสดงการเจริญเติบโตของถั่วฝักยาวที่ปลูกในระบบ DFT หลังจากลงระบบทดลอง 30 วัน



ภาพที่ 5 แสดงการติดดอกของถั่วฝักยาวที่ปลูกในระบบ DFT หลังจากลงระบบทดลอง 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 เปรียบเทียบความยาวฝักของถั่วฝักยาวที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) โดยการเป่าอากาศ ในช่วงเวลาสัปดาห์ ที่ 7-10 หลังลงระบบทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7 ลักษณะอาการโรค และแมลงศัตรูพืชที่ทำลายถั่วฝักยาว โดยปลูกในระบบ DFT (ระบบทดลอง)

1. เชื้อไวรัส
2. เพลี้ยอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 8 ลักษณะอาการของถั่วฝักยาวที่เกิดจากสารละลายธาตุอาหาร (ปุ๋ยทางดิน) มีค่าของ pH (3.5-4) ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้ปุ๋ยทางดินมาปลูกถั่วฝักยาว ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT นี้ มีโอกาสความเป็นไปได้ในการนำมาปลูกถั่วฝักยาวให้สำเร็จหากสามารถแก้ไขข้อบกพร่องของสารละลายธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยทางดิน ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ปุ๋ยทางดิน มักมีปัญหาการปรับค่า pH กล่าวคือสูตรสารละลายธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยทางดิน (13-13-21, 15-15-15) จะมีค่า pH ต่ำมาก โดยจะลดลงถึง 3.5 จึงไปมีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วฝักยาว การปรับค่า pH เป็นไปได้ยาก เนื่องจากค่า pH ไม่คงที่ เกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาถึงแม้จะมีการปรับค่า pH ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชก็ตาม ดังนั้นหากจะนำเอา ปุ๋ยทางดิน มาใช้ควรพิจารณาถึงจุดนี้ ซึ่งการลดลงของ pH คาดว่าเกิดจากปุ๋ยที่นำมาใช้มีปริมาณไนเตรทอยู่สูง โดยไนเตรทอาจไปทำปฏิกริยากับสารตัวอื่นทำให้ pH มีสภาพเป็นกรด จากการทดลองพบว่าระยะแรกๆ จะไม่มีปัญหาเรื่อง pH เมื่อเวลาผ่านไป (สัปดาห์ที่ 6 หลังจากลงระบบ) สารละลายที่ได้จากปุ๋ยทางดิน จะมีค่า pH ลดลงอย่างมาก ดังนั้นจากจุดนี้เองที่จะพิจารณาได้ว่า หากนำเอาปุ๋ยทางดิน มาใช้ควรนำมาใช้ปลูกพืชที่มีอายุสั้น เช่นพืชผัก ซึ่งเคยประสบความสำเร็จมาแล้วโดยพรประพา (2544) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยทางดินสูตร 13-13-21 เพื่อปลูกผักกาดหอม ผักโขม ผักกวางตุ้ง ผักคื่นฉ่าย และ ผักชี พบว่าปลูกได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ส่วนสูตรสารละลายธาตุอาหาร soilless fertilizer ค่า pH ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมากนัก จึงไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วฝักยาว ทำให้ผลผลิตที่ได้ต่อเนื่องและสมบูรณ์ นอกจากนี้ช่วงเวลาการติดดอกที่ยาวนานยังเป็นข้อได้เปรียบที่สามารถเก็บผลผลิตได้ยาวนานและให้ผลคุ้มค่าการผลิต ในส่วนของศัตรูพืชพบว่าเพลี้ยอ่อนทำลายผลผลิตทำให้เกิดการบิดเบี้ยวของฝักถั่ว และยังเป็นพาหะนำโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสอีกด้วย ทำให้เชื้อดังกล่าวเข้าทำลายพืชได้มากขึ้น การป้องกันกำจัดควรทำอยู่อย่างสม่ำเสมอ เพื่อลดปัญหาดังกล่าว

แต่อย่างไรก็ตามการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DFT ในการทดลองครั้งนี้ก็สามารถให้ผลผลิตเป็นที่น่าพอใจในสูตรสารละลาย soilless fertilizer ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการทดลองของยลจิตร (2538) ที่ได้ปลูกผักหลายชนิดในภาชนะขนาดต่างๆ พบว่าประสบความสำเร็จอย่างดีในการปลูก ผักกาดขาว ผักกาดเขียวปลี ผักกาดหัว ผักกาดหอม ผักคื่นฉ่าย ผักบุ้งจีน ผักชีฝรั่ง กระหล่ำปลี ต้นโหระพา กระเพา และถั่วฝักยาว นอกจากนี้การทดลองนี้ยังพบข้อดีอีกประการหนึ่งคือการนำเอาน้ำประปามาใช้เตรียมสารละลายธาตุอาหารซึ่งผลที่ได้เป็นที่น่าพอใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

จากการศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้ปุ๋ยทางดินสูตร 13-13-21 และ 15-15-15 มาใช้ในการปลูกถั่วฝักยาว ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน แบบ DFT นี้ สรุปได้ว่า การเจริญเติบโตของถั่วฝักยาวทั้ง 3 treatment ให้ผลเป็นที่น่าพอใจการเจริญเป็นไปอย่างสม่ำเสมอไม่แตกต่างกัน Treatment ที่ 1 จะติดดอกได้เร็วกว่าและนานกว่า Treatment ที่ 2 และ 3 ส่วนการให้ผลผลิตพบว่าจำนวนของผลผลิตในสูตรของ soilless fertilizer ให้ผลผลิตดีที่สุดมีความสมบูรณ์ของฝัก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง น้ำหนักต่อฝัก ความยาวของฝักมีความสม่ำเสมอเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งให้ผลแตกต่างจากสูตรของปุ๋ยทางดิน โดยทั้ง 2 สูตรนี้ให้ผลไม่แตกต่างกัน

การตรวจสอบหาปริมาณของเชื้อรา *Phytophthora* spp. และ *Pythium* spp. ที่ปนเปื้อนในระบบทดลอง การทดลองครั้งนี้ไม่พบหรือปรากฏเชื้อราทั้งสองในระบบทดลอง แต่พบโรคไวรัสที่เข้าทำลายใบพืชโดยเกิดการระบาดไม่รุนแรงมากนัก การเด็ดใบที่แสดงอาการโรคไปทำลายพบว่าสามารถลดโรคได้ดี ส่วนการควบคุมปริมาณของเพลี้ยอ่อน โดยฉีดพ่นสารสกัดจากใบยาสูบก็ได้ผลในการป้องกันกำจัดได้ดีเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กระบวน วัฒนปรีชานนท์ และ เอกสิทธิ์ วัฒนปรีชานนท์. 2540. การปลูกผักกาดหอม คื่นฉ่าย และผักชีโดยไม่ใช้ดิน. หน้า 729-734. ใน : ประมวณผลการประชุมเสนอผลงานวิจัยเฉลิมฉลอง 80 ปี แห่งการสถาปนาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 15-17 ตุลาคม 2542. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ณัฐพร วุฒิ และ นครินทร์ สมรัตน์. 2544. การศึกษาศักยภาพการปลูกข้าวพันธุ์ต่างๆในระบบ Hydroponics. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

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

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

ถนิมนันต์ เจนอักษร. 2544. เอกสารประกอบ การฝึกอบรมเทคโนโลยีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Hydroponics). ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์ อนุพร พรมมาศ และสุรเดช จินตกานนท์. 2535. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน.หน้า 311-321 ใน : คู่มือการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ย. ภาควิชาปัฐพีวิทยา, คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์. ศูนย์การพิมพ์พลชัย. กรุงเทพฯ.

ทศพร แจ้งจรัส. 2531. ผักฤดูร้อน. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 206หน้า

นพดล เรียบเลิศหิรัญ. 2538. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. สหมิตรพริ้นติ้ง. กรุงเทพฯ. 100 หน้า.

พรประพา คงตระกูล. 2544. การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยให้ทางดินสูตร 13-13-21 เพื่อปลูกพืชผักบางชนิดในระบบ Deep Flow Technique (DFT) แบบเป่าและไม่เป่าอากาศ. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

เมฆ จันทร์ประยูร. 2541. ผักสวนครัว. โรงพิมพ์แอล.ที.เพรส, กรุงเทพฯ. 144 หน้า

เมืองทอง ทวนทวี และ สุรีรัตน์ ปัญญาโตนะ. 2532. หลักการปลูกผัก.พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์ทั่งฮั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิน, กรุงเทพฯ. 212 หน้า.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2538. หลักการผลิตและการใช้ปุ๋ย. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชจำกัด, กรุงเทพฯ. 274 หน้า.

ยลจิตร เอกอุรุ. 2538. การปลูกพืชด้วยน้ำยาเคมี. หน้า 301-307. ใน : รายงานการประชุมวิชาการพืชผักแห่งชาติครั้งที่ 14. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สมาคมวิทยาศาสตร์การเกษตรแห่งประเทศไทย และกรมส่งเสริมการเกษตร.

วิโรจน์ ยิ่งพิทักษ์ และ ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. มปป. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หน้า 79-89. ใน : ความรู้เรื่องการปลูกผัก ฉบับปรับปรุงใหม่. บริษัทประชาชนจำกัด. กรุงเทพฯ.

ศิริภรณ์ ช่วยสงคราม. 2532. การศึกษาเบื้องต้นการปลูกมะเขือเทศในสารละลาย. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สงบ โอพารัตน์มณี. 2535. ปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. วารสารเทคโนโลยี. 15(13) : หน้า 17-30

อุดม โกสัยสุก. 2537. การปลูกผักกินผล. บริษัทอักษราพิพัฒน์จำกัด, กรุงเทพฯ.

อารี เสนานันท์สกุล. 2540. การคัดเลือกเทคนิคที่เหมาะสมในการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิคส์.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

Benoit, F. and N.Ceustermans.1991. Achievements of Belgian research into environmentally friendly methods of soilless culture. Rrvue de l"Agriculture. 44(6) :1179-1188.

Benoit, F. and N.Ceustermans.1997. Cucumber possibilities for nutrient film techniques. Proftuinnieuws. 7(21) : 32-33.

Cho Y.D.; Kang S.G., Kim S.D., Shin G.H. and Kim K. T. 1996. Effect of culture systems on growth and yield of cherry tomatoes in hydroponics. RDA Journal of Agricultural Science Horticulture. 38. (1) : 563-567.

Chung S.J., Cho J.Y., Lee B.S. and Seo B.S. 1994. Effects of ionic strength of nutrient solution on the growth and yield of cucumber plant grown by deep flow technique (DFT). Journal of the Korean Society for Horticultural Science. 35(5) : 289-293

Douglas, J.S. 1978. Hydroponics. 5th ed. Rajbandhu Industrial Co., New Delhi. 185 pp.

Ellis, C. and M. W. Swaney. 1938. Soilless growth of plants. Reinhold Publishing Corporation. New York. U.S.A.

Ikeda, H., Wada T., Mirin T., Okabe K., Takuke A. and Frugkawa H. 1995. Year round production of spinach by NFT and DFT in greenhouse. Acta Hort. 396 : 257-264

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ito, T. 1999. The greenhouse and hydroponics industries of Japan.pp. 761-764. In : Papadopoulos A.P. (ed.), Proceedings of International Symposium Growing Media and Hydroponics. Acta Hort. 481

Jensen, H.M. 1999. Hydroponics woldwide. pp.In : Papadopoulos A.P. (ed), Proceedings of International Symposium Growing Media and Hydroponics. Acta Hort . 481 pp.

Kang J.G., Kim S.y., Kim H.J., Om Y.H. and Kim J.K. 1996. Growth and tuberization of potato (*solanum tuberosum* L.) cultivars in aeponics, deep flow technique and nutrient film technique culture systems. Journal of the Korean Society for Horticultural Science. 35 : 24-27.

Kim H.K., Lee B.S. and S.J. Chung . 1995. effect of selected hydroponics system and nutrient solution on the growth of leaf lettuce (*Luctuca sativa* L.var..*crispa*). Journal of the Korean Society for Horticultural Science.36(2) : 151-157.

Kim S.Y. 1995. studies on the distance from stem-base to solution and the planting density for he growth *of Perilla frutescens* by deep flow technique. Acta Hort. 396 : 75-82.

Lee B.S., Seo B.S. and S.J. Chung. 1993a. Changes in growth and esential oil content as affected by the different ionic strength of nutrient solution in sweet basil (*Ocimum bacillicum* L.). Journal of the Korean Society for Horticultural Science. 34(5) : 330-338.

Lee B.S., Seo B.S. and S.J. Chung. 1993b. Growth and oil content in sweet basil (*Ocimum bacillicum* L.) as affected by different hydroponics system. Journal of the Korean Society for Horticultural Science. 34(6) : 402-411.

Lee B.S., Seo B.S. and S.J. Chung. 1994a. Shading effect on growth and esential oil content of hydroponically grown sweet basil (*Ocimum bacillicum*L.). Journal of the Korean Society for Horticultural Science. 35(2) : 95-102.

Lee E.H., Lee J.W., and Kwon J.S. 1994b. Effect of modified NFT on growth and yield of tomatoes on hot season culture. Journal of Agricultural Science Horticulture. 39(1) :383-387.

Lua J., Lian H.Z. and L.X. Yan. 1993. Urea transformation and the adaptability of three leaf vegetable to urea as a source of nitrogen in hydroponics culture. Journal of Plant Nutrition. 16(5) : 797-812.

Muckle E.M. 1995. Basil hydroponics-for the do-it-yourself. Ehmann Printing. Canada. 197 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ohkubo N., Ohsugi K., Murukami H., Mishima H. and Kiyoshi H.1997. Hydroponics culture of melon (*Cucumis melo* L.) Plants during spring season (part II). Bulletin of the experimental farm college of Agiculture, Ehime University. 18 : 39-46.

Resh, H.M. 1981. Hydroponics food production. 2nd ed. Wood bridge press, publish, California. 335 pp.

Sakamoto y., nakashima T., Okano K. 1998. Growth and quality of chrysanthemum (*Dendrantheme grandiflora*) grown under various types of hydroponics system. Environment Control in Biology. 36(2) : 77-84.

Shang Q.M., Li P.L. and Goa L.H. 1997. Selenium uptake and inversion by hydroponics lettuce. Acta-Horiculturae-Sinica. 24 : 3, 225-258.

Turner, I.W. and V.M. Henry. 1948. Growing Plant in nutrient solution. 3rd ed. John Wiley & Son, INC. USA.

Xing Y.X., Meng X.D. and Papadopoulos A.P.1999. Development and prospect of hydroponics in china . Internation Symposium on Growing Media and Hydroponics, Windsor, Ontario, Canada, 19-26 May 1997. Volume II. Acta Horticulturae. 481 : 753-753.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ข้อมูลดิบและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงจำนวนฝักเฉลี่ย/ต้นของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 7 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ

สารละลายธาตุอาหาร	จำนวนฝักเฉลี่ย/ต้น (ฝัก) จำนวนซ้ำ						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
สูตรที่ 1	21.00	24.00	11.00	4.00	38.00	4.00	4.00a[1]
สูตรที่ 2	1.00	0.00	4.00	0.00	1.00	3.00	1.50b
สูตรที่ 3	26.00	5.00	4.00	3.00	8.00	8.00	9.00b

CV =84.40%

[1]ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 1

Source	df	SS	MS	F
Between Groups	2	1336.111	668.056	7.811*
Within Group	15	1282.833	85.522	
Total	17	2618.944		

CV = 84.40

*แตกต่างทางสถิติที่ระดับความระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงขนาดฝักเฉลี่ยของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 7 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบDFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ

สารละลายธาตุอาหาร	ขนาดฝักเฉลี่ย (เซนติเมตร) จำนวนซ้ำ						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
สูตรที่ 1	0.71	0.50	0.89	1.00	0.89	0.67	0.84a[1]
สูตรที่ 2	1.00	0.00	0.50	0. 00	0.80	0.80	0.51a
สูตรที่ 3	0.65	0.59	0.77	0.66	0.61	0.51	0.63a

CV = 36.36%

[1]ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 3

Source	df	SS	MS	F
Between Groups	2	0.329	0.165	2.363[ns]
Within Group	15	1.046	0.069	
Total	17	1.375		

CV=36.36%

[ns]ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงความยาวฝักเฉลี่ยของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 7 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ

สารละลายธาตุอาหาร	ความยาวฝักเฉลี่ย (เซนติเมตร) จำนวนซ้ำ						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
สูตรที่ 1	40.90	32.97	41.70	39.25	39.46	36.00	38.46a[1]
สูตรที่ 2	46.80	0.00	29.07	0.00	35.00	39.00	27.27a
สูตรที่ 3	33.47	17.48	33.43	35.50	34.60	31.07	30.56a

CV = 42.42%

[1]ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 5

Source	df	SS	MS	F
Between Groups	2	358.055	179.027	0.794[ns]
Within Group	15	3380.171	225.345	
Total	17	3738.226		

CV= 46.42%

[ns] ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงน้ำหนักฝักสดเฉลี่ย/ฝักของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 7 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ

สูตรสารละลายธาตุอาหาร	น้ำหนักฝักสดเฉลี่ย/ฝัก (กรัม) จำนวนซ้ำ						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
สูตรที่ 1	14.11	15.48	20.15	17.10	19.86	17.72	16.73ab[1]
สูตรที่ 2	23.40	0.00	8.47	0.00	14.00	15.63	10.25bc
สูตรที่ 3	10.77	3.42	12.12	8.70	8.73	7.24	8.49c

CV = 51.00%

[1]ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 7

Source	df	SS	MS	F
Between Groups	2	226.097	113.049	3.299*
Within Group	15	514.084	34.272	
Total	17	740.181		

CV = 51.00%

*แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 9 แสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ย/ฝักของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 7 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป้าอากาศ

สารละลายธาตุอาหาร	น้ำหนักแห้งเฉลี่ย/ฝัก (กรัม) จำนวนซ้ำ						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
สูตรที่ 1	1.30	1.31	0.60	1.85	1.47	1.25	1.28a[1]
สูตรที่ 2	1.60	0.00	1.00	0.00	1.20	1.10	0.81a
สูตรที่ 3	1.13	0.54	0.07	0.90	0.79	0.78	0.80b

CV =47.91%

[1]ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 9

Source	df	SS	MS	F
Between Groups	2	0.958	0.479	2.229 *
Within Group	15	3.222	0.215	
Total	17	4.180		

CV= 47.91%

*แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 11 แสดงจำนวนฝักเฉลี่ย/ต้นของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 8 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป๋าอากาศ

สารละลายธาตุอาหาร	จำนวนฝักเฉลี่ย/ต้น (ฝัก) จำนวนซ้ำ						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
สูตรที่ 1	14.00	13.00	15.00	18.00	12.00	21.00	15.50a[1]
สูตรที่ 2	11.00	21.00	23.00	9.00	16.00	34.00	19.00a
สูตรที่ 3	19.00	31.00	30.00	8.00	21.00	31.00	23.30a

CV = 40.32%

[1]ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 11

Source	df	SS	MS	F
Between Groups	2	184.778	92.389	0.245[ns]
Within Group	15	896.833	59.789	
Total	17	1081.611		

CV= 40.32%

[ns] ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 แสดงขนาดฝักเฉลี่ยของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 8 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ

สารละลายธาตุอาหาร	ขนาดฝักเฉลี่ย (เซนติเมตร) จำนวนซ้ำ						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
สูตรที่ 1	0.70	0.97	1.03	1.05	0.83	0.90	0.91a[1]
สูตรที่ 2	0.38	0.27	0.63	0.32	0.26	0.26	0.35b
สูตรที่ 3	0.73	0.56	0.34	0.31	0.28	0.31	0.42b

CV = 25%

[1]ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 13

Source	df	SS	MS	F
Between Groups	2	1.120	0.560	23.546*
Within Group	15	0.357	0.023	
Total	17	1.477		

CV= 25%

*แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 15 แสดงความยาวฝักเฉลี่ยของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 8 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ

สารละลายธาตุอาหาร	ความยาวฝักเฉลี่ย (เซนติเมตร) จำนวนซ้ำ						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
สูตรที่ 1	34.14	31.05	40.27	38.70	28.55	41.75	35.71a[1]
สูตรที่ 2	26.75	22.50	38.83	26.10	23.06	22.50	26.15b
สูตรที่ 3	29.63	29.43	32.08	17.18	20.93	28.90	26.35b

CV = 19.04%

[1]ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 15

Source	df	SS	MS	F
Between Groups	2	358.090	179.045	5.709*
Within Group	15	470.424	31.362	
Total	17	828.514		

CV= 19.04%

*แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 17 แสดงน้ำหนักฝักสดเฉลี่ย/ฝัก ของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 8 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ

สารละลายธาตุอาหาร	น้ำหนักฝักสดเฉลี่ย/ฝัก (กรัม) จำนวนซ้ำ						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
สูตรที่ 1	15.38	15.05	21.72	20.64	9.99	18.19	16.82a
สูตรที่ 2	5.20	5.17	13.95	5.30	3.98	3.78	6.23b
สูตรที่ 3	6.60	8.90	6.66	2.17	2.10	5.50	5.32b

CV = 33.88%

[1]ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างในทางสถิติที่ระดับความความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 18 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 17

Source	df	SS	MS	F
Between Groups	2	491.106	245.553	18.178*
Within Group	15	202.621	13.508	
Total	17	693.727		

CV= 38.88%

*แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 19 แสดงน้ำหนักฝักแห้งเฉลี่ย/ฝัก ของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 8 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป้าอากาศ

สารละลายธาตุอาหาร	น้ำหนักแห้งเฉลี่ย/ฝัก (ฝัก) จำนวนซ้ำ						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
สูตรที่	1.78	1.89	1.54	1.34	1.72	1.88	1.69a[1]
สูตรที่ 2	0.56	0.79	0.54	0.60	0.56	0.64	0.78b
สูตรที่ 3	1.90	1.09	0.90	1.27	0.64	0.88	1.11b

CV =29.11%

[1]ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 20 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 19

Source	df	SS	MS	F
Between Groups	2	2.545	1.273	9.919*
Within Group	15	1.925	0.128	
Total	17	4.470		

CV= 29.11%

*แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 21 แสดงจำนวนฝักเฉลี่ย/ต้นของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 9 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ

สารละลายธาตุอาหาร	จำนวนฝักเฉลี่ย/ต้น (ฝัก)						
	จำนวนซ้ำ						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
สูตรที่ 1	0.00	2.00	10.00	19.00	39.00	18.00	14.66a[1]
สูตรที่ 2	0.00	0.00	9.00	0.00	0.00	0.00	1.50b
สูตรที่ 3	0.00	3.00	9.00	0.00	0.00	10.00	3.66b

CV = 135.29%

[1]ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 22 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 11

Source	df	SS	MS	F
Between Groups	2	598.111	299.056	3.750*
Within Group	15	1196.167	79.744	
Total	17	1794.278		

CV= 135.29%

*แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 23 แสดงขนาดฝักเฉลี่ยของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 9 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ

สารละลายธาตุอาหาร	ขนาดฝักเฉลี่ย (เซนติเมตร) จำนวนซ้ำ						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
สูตรที่ 1	0.00	1.05	1.04	0.95	0.75	0.82	0.76a[1]
สูตรที่ 2	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00	0.00	0.07b
สูตรที่ 3	0.00	0.76	0.36	0.00	0.00	0.31	0.22b

CV= 85.71%

[1]ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 24 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 23

Source	df	SS	MS	F
Between Groups	2	1.586	0.793	8.755*
Within Group	15	1.359	0.090	
Total	17	2.945		

CV= 85.71%

*แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 25 แสดงความยาวฝักเฉลี่ยของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 9 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ

สารละลายธาตุอาหาร	ความยาวฝักเฉลี่ย (เซนติเมตร) จำนวนซ้ำ						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
สูตรที่ 1	0.00	27.00	35.44	34.97	25.00	33.06	25.92ab
สูตรที่ 2	0.00	0.00	21.00	0.00	0.00	0.00	3.50c
สูตรที่ 3	0.00	26.40	24.03	0.00	0.00	19.60	11.67bc

CV= 86.57%

[1]ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 26 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 25

Source	df	SS	MS	F
Between Groups	2	1544.895	772.448	5.499*
Within Group	15	2107.020	140.468	
Total	17	3651.915		

CV= 86.57%

*แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 27 แสดงน้ำหนักฝักสดเฉลี่ย/ฝักของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 9 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ

สารละลายธาตุอาหาร	น้ำหนักฝักสดเฉลี่ย/ฝัก (กรัม) จำนวนซ้ำ						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
สูตรที่ 1	0.00	12.50	19.06	16.89	10.44	16.27	12.52a[1]
สูตรที่ 2	0.00	0.00	5.04	0.00	0.00	0.00	0.84b
สูตรที่ 3	0.00	11.26	3.75	0.00	0.00	3.40	3.06b

CV = 88.88%

[1]ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 28 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 27

Source	df	SS	MS	F
Between Groups	2	462.007	231.004	9.786*
Within Group	15	354.098	23.607	
Total	17	816.105		

CV= 88.88%

*แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 29 แสดงน้ำหนักฝักแห้งเฉลี่ย/ฝักของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 9 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ

สารละลายธาตุอาหาร	น้ำหนักฝักแห้งเฉลี่ย/ฝัก (กรัม) จำนวนซ้ำ						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
สูตรที่ 1	0.00	1.20	1.83	1.62	1.69	0.98	1.22a[1]
สูตรที่ 2	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.11b
สูตรที่ 3	0.00	1.60	.054	0.00	0.00	0.36	0.34b

CV = 90.90

[1]ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 30 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 29

Source	df	SS	MS	F
Between Groups	2	4.075	2.037	8.112*
Within Group	15	3.767	0.251	
Total	17	7.842		

CV= 90.90%

*แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 31 แสดงจำนวนฝักเฉลี่ย/ต้นของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 10 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ

สารละลายธาตุอาหาร	จำนวนฝักเฉลี่ย/ต้น (ฝัก) จำนวนซ้ำ						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
สูตรที่ 1	2.00	0.00	14.00	14.00	10.00	5.00	7.50a[1]
สูตรที่ 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.66b
สูตรที่ 3	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83b

CV = 132.13%

[1]ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 31 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 30

Source	df	SS	MS	F
Between Groups	2	163.444	81.722	4.375*
Within Group	15	280.167	18.678	
Total	17	443.661		

CV=132.13%

*แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 33 แสดงขนาดฝักเฉลี่ยของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 10 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ

สารละลายธาตุอาหาร	ขนาดฝักเฉลี่ย (เซนติเมตร) จำนวนซ้ำ						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
สูตรที่ 1	0.85	0.00	0.70	0.75	0.65	0.84	0.63a[1]
สูตรที่ 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.08b
สูตรที่ 3	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16b

CV = 109.04%

[1]ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 34 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 33

Source	df	SS	MS	F
Between Groups	2	1.039	0.520	4.972*
Within Group	15	1.568	0.105	
Total	17	2.607		

CV= 109.04%

*แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 35 แสดงความยาวฝักเฉลี่ยของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 10 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ

สารละลายธาตุอาหาร	ความยาวฝักเฉลี่ย (เซนติเมตร) จำนวนซ้ำ						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
สูตรที่ 1	24.85	0.00	33.83	24.45	21.80	34.40	23.06a[1]
สูตรที่ 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.85	3.97b
สูตรที่ 3	38.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.33b

CV = 114.67%

[1]ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 36 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 35

Source	df	SS	MS	F
Between Groups	2	1299.161	649.580	3.994*
Within Group	15	2493.395	162.626	
Total	17	3738.556		

CV= 114.67%

*แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 37 แสดงน้ำหนักฝักสดเฉลี่ย/ฝักของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 10 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป้าอากาศ

สารละลายธาตุอาหาร	น้ำหนักฝักสดเฉลี่ย/ฝัก (กรัม) จำนวนซ้ำ						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
สูตรที่ 1	8.70	0.00	14.40	12.54	6.48	16.46	9.77ab[1]
สูตรที่ 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.52	0.92c
สูตรที่ 3	23.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.90ab

CV = 136.82%

[1]ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 38 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 37

Source	df	SS	MS	F
Between Groups	2	243.320	121.660	2.751*
Within Group	15	663.352	44.223	
Total	17	926.671		

CV= 136.82%

*แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 39 แสดงน้ำหนักฝักแห้งเฉลี่ย/ฝักของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 10 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป๋าอากาศ

สารละลายธาตุอาหาร	น้ำหนักฝักแห้งเฉลี่ย/ฝัก (กรัม) จำนวนซ้ำ						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
สูตรที่ 1	1.60	0.00	20.30	24.20	18.00	5.30	1.38a[1]
สูตรที่ 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.52	0.06b
สูตรที่ 3	23.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16b

CV = 101.83%

[1]ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 40 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 39

Source	df	SS	MS	F
Between Groups	2	4.229	2.114	9.798*
Within Group	15	3.237	0.216	
Total	17	7.466		

CV=101.83%

*แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 41 แสดงจำนวนกิ่งของถั่วฝักยาว (สัปดาห์ที่ 10 หลังจากลงระบบทดลอง) ที่ปลูกในระบบ DFT (สารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร) แบบเป่าอากาศ

สารละลายธาตุอาหาร	จำนวนกิ่ง (กิ่ง) จำนวนซ้ำ						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	เฉลี่ย
สูตรที่ 1	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.33a[1]
สูตรที่ 2	5.00	7.00	6.00	6.00	6.00	8.00	6.50a
สูตรที่ 3	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	6.16a

CV= 9.60%

[1]ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05 โดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 42 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตารางที่ 41

Source	df	SS	MS	F
Between Groups	2	0.333	0.167	0.441[ns]
Within Group	15	5.667	0.378	
Total	17	6.000		

CV = 9.60

[ns] ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้