

สํานักงานกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชา เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช



เรื่อง

ศักยภาพการปลูกผักกาดหอมในระบบ Nutrient Film Technique (NFT)

The Potential for Growing Lettuce in Nutrient Film Technique (NFT)



T098790

โดย

ร.พ.
๑/๒๖๕
๒๕๔๐

นาย ปฏิภาณ ภูมิประพัทธ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วันเดือนปี.....

[Signature] (ประธานกรรมการที่ปรึกษา)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ถนิมนันต์ เจนอักษร)

[Signature]

(รองศาสตราจารย์ ดร.วเรช จันทร์สร)

หัวหน้าภาควิชา เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่ 14 เดือน พ.ค. ๒๕๔๐

ร.พ.
๑/๒๖๕
๒๕๔๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ถนิมนันต์ เจนอักษร อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่อง รวมทั้งเป็นที่ปรึกษาทางวิชาการจนปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จเป็นรูปเล่มด้วยดี ขอขอบคุณ อ. พรหมมาศ คูหากาญจน์ ที่ให้คำแนะนำต่างๆ ทางด้านวิชาการ รวมทั้งเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ ขอขอบคุณกำลังใจและความร่วมมือที่เพื่อนๆ ทุกคนให้มาตลอดระยะเวลาที่ทำปัญหาพิเศษ

สุดท้าย ขอกราบขอบพระคุณ พ่อ และพี่สาว ที่เสียสละทั้งแรงกาย แรงใจ กำลังทรัพย์ และให้กำลังใจจนงานสำเร็จลุล่วงด้วยดี



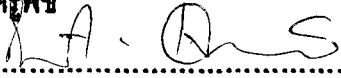
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง : ศักยภาพการปลูกผักกาดหอมในระบบ Nutrient Film Technique (NFT)

โดย : นาย ปฏิภาณ ภูมิประพัทธ์

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

สาขาวิชา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ประธานกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา : 

(ผศ.ดร. กนิมนต์ เจนอักษร)

บทคัดย่อ

การศึกษาศักยภาพการปลูกผักกาดหอมในระบบ Nutrient Film Technique (NFT) ได้จัดทำขึ้นที่ ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบอิทธิพลของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช พร้อมทั้งทำการศึกษาความสัมพันธ์ของโรคที่เกิดขึ้นกับการปนเปื้อนของเชื้อสาเหตุในระบบ NFT วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) กำหนดให้สารละลายธาตุอาหารเป็นกรรมวิธี จำนวน 30 ซ้ำ โดยกรรมวิธีที่ 1 ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร Coic-Lesaint ส่วนกรรมวิธีที่ 2 ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร Benoit ทำการวัดผลการเจริญเติบโตทางด้านความสูง จำนวนใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นผักกาดหอมพร้อมทั้งบันทึกผลปัจจัยทางสภาพแวดล้อมต่างๆ ภายในโรงเรือน รวมทั้งในระหว่างการทดลองจะทำการตรวจแยกเชื้อ *Pythium* spp. และนับปริมาณของเชื้อ (CFU) จากสารละลายธาตุอาหารทั้ง 2 สูตร ทั้งนี้ได้ทำการซ้ำเป็น 2 ครั้ง เพื่อเปรียบเทียบช่วงเวลาที่ทำการศึกษา โดยในการทดลองที่ 1 เริ่มตั้งแต่ 1 ธันวาคม 2539 - 1 กุมภาพันธ์ 2540 และในการทดลองที่ 2 เริ่มตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2540 - 1 ธันวาคม 2540 และในการทดลองที่ 2 ได้ทำการติดตั้งหลอดไฟเพื่อเพิ่มความเข้มแสงให้กับต้นผักกาดหอม จากผลการทดลองปรากฏว่า การทดลองที่ 1 ต้นผักกาดหอมมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง จำนวนใบ รวมทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติในสารละลายทั้ง 2 สูตร ส่วนในการทดลองที่ 2 พบว่าต้นผักกาดหอมมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง จำนวนใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งที่ดี โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อปลูกผักกาดหอมในสารละลายสูตร Benoit โดยที่ผักกาดหอมมีความสูง จำนวนใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเท่ากับ 36.36 ซม. 6.34 ใบ 24.41 กรัม และ 3.85 กรัมตามลำดับ

ส่วนในด้านการศึกษาค่าความสัมพันธ์ระหว่างโรคที่เกิดขึ้นกับปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อสาเหตุในระบบ NFT นี้พบว่าไม่มีต้นผักกาดหอมแสดงอาการของการเกิดโรคแต่อย่างใด แต่จากการตรวจหาปริมาณเชื้อ *Pythium* spp. จะสามารถตรวจพบเชื้อนี้ได้ทั้งในน้ำที่ใช้เตรียมสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลายและในสารละลายธาตุอาหารทั้ง 2 สูตร แต่ปริมาณเชื้อที่ตรวจพบในน้ำจะมีค่าน้อยกว่า ปริมาณเชื้อที่พบในสารละลายธาตุอาหาร โดยในแต่ละสัปดาห์ปริมาณเชื้อที่ตรวจพบในสารละลายที่ระบายออก (solution outlet) จะมีปริมาณของเชื้อที่มากกว่าในสารละลายที่จ่ายให้แก่ ต้นพืช (solution inlet) นอกจากนี้จะพบว่ามีการสะสมของเชื้อราชนิดนี้เพิ่มขึ้นในสารละลายธาตุอาหาร โดยจะสะสมมากในตอนปลายของการทดลองทั้ง 2 การทดลอง แต่ระดับปริมาณของเชื้อที่ตรวจพบนั้น จะยังไม่ส่งผลให้เกิดโรคจนทำให้เกิดความเสียหายแก่ต้นผักกาดหอม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : The Potential for Growing Lettuce in Nutrient Film Technique (NFT).

By : Mr. Patiphan Phumipraphat

Degree : Bachelor of Science (Agriculture)

Major Field : Plant Pest Management Technology

Advisor : 

(Assist. Prof. Dr. Tanimnun Jaenaksorn)

Abstract

Main objectives of this research are to investigate the possible potential use of Nutrient Film Technique (NFT) for growing lettuce at Department of Plant Pest Management Technique, King Mongkut 's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok. Two compositions of nutrient solutions (one is Coic-Lesaint, another is Benoit) were determined for most suitable one. Meanwhile, disease occurrence and the spread of fungi in the recirculated culture were also monitored. The experiments were used of Completely Randomized Design (CRD) and consecutively repeated for 2 croppings. The first experiment started 1 December 1996 to 1 February 1997 and the second from 1 October 1997 to 1 December 1997. Due to an sufficient light in the greenhouse, an additional light was implemented for the second experiment. Besides, the environmental data (such as light intensity, RH, temperature) were also daily gathered. Parameters recorded were crop growth—stem height, leaf number, fresh and dry weight; disease occurrence; number of fungal propagules in the recirculated solution.

From the results, it was shown that there was some satisfactory of growing lettuce in NFT. Furthermore, the growths of lettuce in the second cropping were higher than those grown in the first cropping. In both croppings, lettuces grown in nutrient solution 2 gave better growth than those grown in nutrient solution 1. Nevertheless, statistical difference in growth was found only in the second cropping, by mean of stem height, leaf number, fresh and dry weight were 36.36 cm., 6.34 leaf., 24.41 g. and 3.85 g. respectively. This would partly due to an additional light in the second cropping. In terms of disease occurrence, no disease was found. Meanwhile, a few none virulent of *Pythium* were detected in the system (both from water and nutrient solution). However,

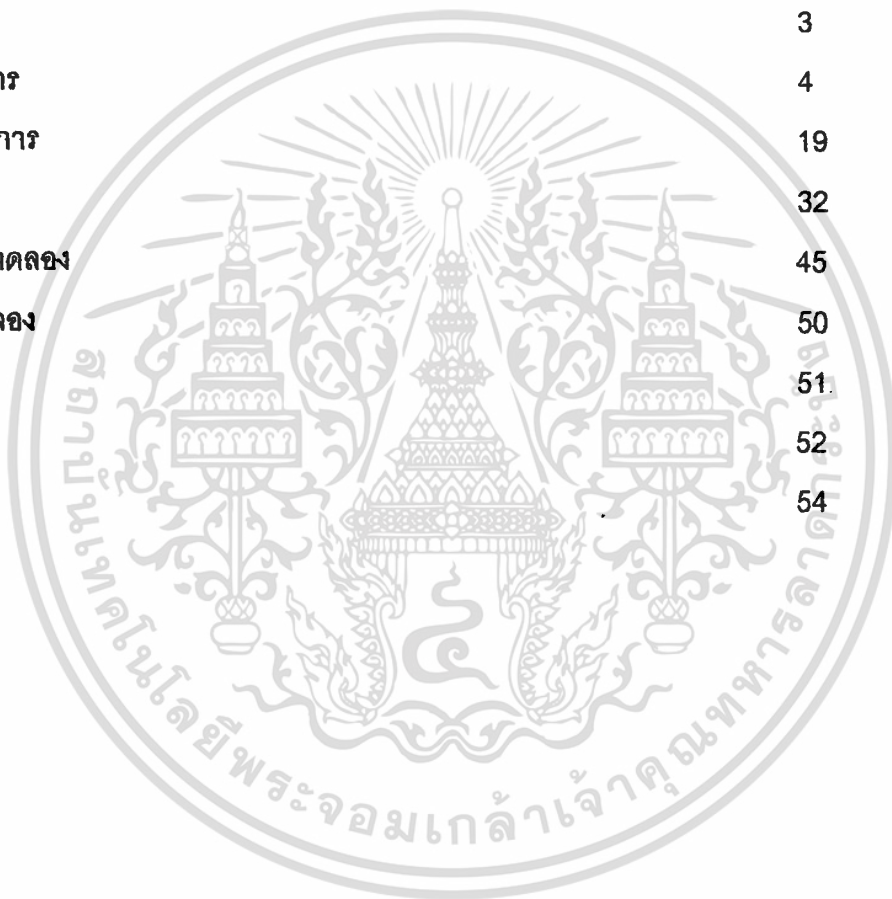
number of fungal propagules found in nutrient solution were higher than those in water. Its propagules from the solution outlet were higher than those from solution inlet. Furthermore, the propagules from both were increased with an increasing time until the nutrient solution was renewed, and then dropped to normal amount as firstly detected.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญรูป	(3)
สารบัญภาคผนวก	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	19
ผลการทดลอง	32
วิจารณ์ผลการทดลอง	45
สรุปผลการทดลอง	50
ข้อเสนอแนะ	51
เอกสารอ้างอิง	52
ภาคผนวก	54



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงความสูง จำนวนใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของ ผักกาดหอมที่ปลูกในระบบ NFT ในสัปดาห์ที่ 9 ของการทดลอง ที่ 1 (ธันวาคม 2539 - กุมภาพันธ์ 2540)	33
2	แสดงปริมาณเชื้อ <i>Pythium</i> spp. ที่ตรวจพบในแต่ละสัปดาห์ ของการปลูกผักกาดหอมในระบบ NFT(ธันวาคม 2540 - กุมภาพันธ์ 2540)	36
3	แสดงความสูง จำนวนใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของ ผักกาดหอมที่ปลูกในระบบ NFT ในสัปดาห์ที่ 9 ของการทดลอง ที่ 2 (ตุลาคม 2540 - ธันวาคม 2540)	39
4	แสดงปริมาณเชื้อ <i>Pythium</i> spp. ที่ตรวจพบในแต่ละสัปดาห์ ของการปลูกผักกาดหอมในระบบ NFT(ธันวาคม 2540 - กุมภาพันธ์ 2540)	43

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 แสดงลักษณะรางปลูก	26
2 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมการปลูก	27
3 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการตั้งเวลา	28
4 แสดงการย้ายต้นกล้าที่มีอายุ 3 สัปดาห์ลงระบบปลูก	29
5 แสดงการแยกเชื้อรา <i>Pythium</i> spp. จากสารละลายธาตุอาหาร	30
6 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	31
7 แสดงต้นผักกาดหอมในการทดลองที่ 1 เมื่อมีอายุได้ 7 สัปดาห์	34
8 แสดงเชื้อรา <i>Pythium</i> spp. ที่แยกได้จากสารละลายธาตุอาหาร ทั้ง 2 กรรมวิธี ตลอดระยะเวลาการทดลองที่ 1	35
9 แสดงต้นผักกาดหอมในการทดลองที่ 1 เมื่อมีอายุได้ 7 สัปดาห์	40
10 แสดงต้นผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารทั้ง 2 สูตร ได้แก่ สูตร Coic-Lesaint และ สูตร Benoit เมื่อมีอายุได้ 9 สัปดาห์ในการทดลองที่ 2	41
11 แสดงลักษณะต้นผักกาดหอมที่แสดงอาการเหี่ยวหลังระบบ กระแสไฟฟ้าขัดข้องทำให้ระบบจ่ายสารละลายหยุดทำงาน	42
12 แสดงเชื้อรา <i>Pythium</i> spp. ที่แยกได้จากสารละลายธาตุอาหาร ทั้ง 2 กรรมวิธี ตลอดระยะเวลาการทดลองที่ 2	44
13 แสดงข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนระหว่างการทดลอง ที่ 1 และการทดลองที่ 2	47
14 แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมที่ปลูก ในระบบ NFT ซึ่งใช้สารละลายธาตุอาหาร 2 สูตร จากทั้ง 2 การทดลอง โดยที่มีการเพิ่มความเข้มแสงในการทดลองที่ 2	48
15 แสดงน้ำหมักสดและน้ำหมักแห้งของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบ NFT ซึ่งมีการใช้สารละลายธาตุอาหาร 2 สูตร จากทั้ง 2 การทดลอง โดยที่มีการเพิ่มความเข้มแสงในการทดลองที่ 2	49

สารบัญภาคผนวก

		หน้า
ตารางผนวกที่ 1	แสดงความสูง จำนวนใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ของผักกาดหอมในแต่ละสัปดาห์ในการทดลองที่ 1 (ธันวาคม 2539 - กุมภาพันธ์ 2540)	55
ตารางผนวกที่ 2	แสดงความเข้มแสงภายในและภายนอกโรงเรือนตลอดที่ ทำการปลูกผักกาดหอมในการทดลองที่ 1 (ธันวาคม 2539 - กุมภาพันธ์ 2540)	56
ตารางผนวกที่ 3	แสดงอุณหภูมิสารละลายและอุณหภูมิภายในโรงเรือน ของการทดลองที่ 1 (ธันวาคม 2539 - กุมภาพันธ์ 2540)	57
ตารางผนวกที่ 4	แสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนของการทดลองที่ 1 (ธันวาคม 2539 - กุมภาพันธ์ 2540)	58
ตารางผนวกที่ 5	แสดงความสูง จำนวนใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ของผักกาดหอมในแต่ละสัปดาห์ในการทดลองที่ 2 (ตุลาคม 2540 - ธันวาคม 2540)	59
ตารางผนวกที่ 6	แสดงความเข้มแสงภายในและภายนอกโรงเรือนตลอดที่ ปลูกผักกาดหอมในการทดลองที่ 2 (ตุลาคม 2540 - ธันวาคม 2540)	60
ตารางผนวกที่ 7	แสดงอุณหภูมิสารละลายและอุณหภูมิภายในโรงเรือน ของการทดลองที่ 2 (ตุลาคม 2540 - ธันวาคม 2540)	61
ตารางผนวกที่ 8	แสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนของการทดลองที่ 2 (ตุลาคม 2540 - ธันวาคม 2540)	62

ศักยภาพการปลูกผักกาดหอมใน ระบบ Nutrient Film Technique (NFT)

The Potential for Growing Lettuce in Nutrient Film Technique (NFT)

คำนำ

ผักเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อการบริโภคของมนุษย์และเป็นสินค้าเกษตรที่มีความสำคัญ เพราะนอกจากจะเป็นพืชอาหารที่อุดมด้วยวิตามินและเกลือแร่ต่างๆ ที่จำเป็นต่อร่างกาย และมีราคาไม่แพง ปัจจุบันแนวโน้มความต้องการพืชผักยังเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ความต้องการพืชผักเพื่อใช้ในการบริโภคภายในประเทศ คาดว่ามีเพิ่มขึ้น ประกอบกับพฤติกรรมการบริโภคอาหารของชาวไทยได้เปลี่ยนแปลงไป กล่าวคือในปัจจุบันผู้คนเริ่มมีความระมัดระวังและคำนึงถึงสุขภาพอนามัยมากขึ้น ปัจจุบันนโยบายจากกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ต้องการให้มีการลดปริมาณการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่ออนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ปราโมทย์, 2540)

เนื่องด้วยในปัจจุบันการปลูกพืชได้มีวิวัฒนาการเพิ่มมากขึ้นมาตามลำดับ ตั้งแต่การปรับปรุงพันธุ์ การปรับปรุงการเกษตรกรรมเพื่อเพิ่มผลผลิตทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ การใช้เครื่องผ่อนแรงและจักรกลเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนการควบคุมโรคและแมลงศัตรู ในส่วนของ การเพิ่มผลผลิตด้วยการใช้ปุ๋ยและวิทยาการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องนั้น ก็ได้มีการทำมาอยู่เรื่อยๆ เช่นกัน ตามความเจริญก้าวหน้าของบ้านเมืองและการเพิ่มของการประชากร โดยเฉพาะในเรื่องของการปลูกพืชผักที่มีคุณค่าสูงต่อร่างกายและประชาชนก็นิยมบริโภค ดังนั้นจึงได้มีการคิดหาวิธีที่จะเพิ่มผลผลิตทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพให้มีมากขึ้นรวมทั้งระยะเวลาในการปลูกลงในยุคที่พื้นดินมีน้อยและขาดความอุดมสมบูรณ์ เพื่อให้เป็นไปตามนโยบายการทำเกษตรแบบยั่งยืน จึงได้มีการนำเทคโนโลยีการปลูกไม่ใช้ดินหรือที่เรียกว่า "Hydroponics" ซึ่งเทคโนโลยีนี้มีด้วยกันหลายแบบ ซึ่งสามารถควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ จนสามารถพิสูจน์ได้ในเชิงปฏิบัติว่าเราสามารถที่จะปลูกพืชให้เจริญเติบโตออกงามมีอายุยาวนานขึ้นและมีผลผลิตสูงขึ้นเป็นอันมาก ปัจจุบันนี้ วิทยาการนี้ได้มีการพัฒนาเป็นอันมากในต่างประเทศที่เจริญแล้ว ซึ่งได้มีการนำไปดำเนินธุรกิจขนาดใหญ่เป็นผลสำเร็จเป็นจำนวนมาก แต่ละแห่งก็มีเทคนิคและวิธีการแตกต่างกันออกไป สำหรับในประเทศไทยได้มีผู้เริ่มนำวิวัฒนาการการปลูกพืชไม่ใช้ดินมาดำเนินการเป็นธุรกิจอยู่บ้างแล้ว แต่ยังไม่กว้างขวางและแพร่หลาย เนื่องจากจะต้องมีการดัดแปลงแก้ไขเทคโนโลยีบางประการเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม, ชนิดพืชของประเทศรวมทั้งความรู้ความเข้าใจเรื่องนี้อยู่ในความสนใจของประชาชนทั่วไปมากที่จะนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพของประเทศไทยอีกด้วย ข้อได้เปรียบที่สำคัญอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประการหนึ่งของการปลูกพืชไม่ใช้ดินนี้ก็คือ สามารถลดปัญหาเรื่องโรคที่ติดมาทางดินได้ เนื่องจากไม่ใช้ดินในการเพาะปลูก แต่อย่างไรก็ตามแม้ว่าโอกาสที่ต้นพืชจะเป็นโรคนี้น้อย แต่ถ้าหากเกิดการปนเปื้อนของเชื้อเข้ามาในระบบได้แล้ว จะทำให้การแพร่ระบาดของเชื้อเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะถ้าเป็นการปลูกพืชในระบบที่ทำการนำเอาสารละลายหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ (recirculating system: closed system) ซึ่งเชื้อสาเหตุอาจปนเปื้อนเข้ามาในระบบปลูกได้หลายช่องทาง เช่นอาจจะมากับน้ำที่ใช้เตรียมสารละลาย ติดมากับเครื่องมือเครื่องใช้ทางการเกษตร ปะปนมากับวัสดุปลูกที่เป็นอินทรีย์สาร หรือมากับแมลงพาหะ เชื้อที่เป็นปัญหาสำคัญได้แก่ *Fusarium* spp., *Verticillium* spp. และ *Pythium* spp. (พรหมมาศ ศุภชัย และ ถนิมพันธ์ 2540)

ดังนั้นในการทดลองนี้จึงทำการศึกษาถึงศักยภาพและความเป็นไปได้ในการปลูกผักกาดหอมในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน(แบบ Nutrient Film Technique: NFT) เพื่อเป็นการศึกษาถึงประสิทธิภาพของสารละลายธาตุอาหาร 2 ชนิด ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม พร้อมทั้งทำการศึกษารูปร่างที่เจริญขึ้นที่ติดกับระบบการปลูกพืชในประเภทนี้ ซึ่งการศึกษาศักยภาพการปลูกผักกาดหอมในระบบนี้ก็จะเป็นวิธีการหลีกเลี่ยงเรื่องโรคพืชวิธีหนึ่งที่มีสาเหตุมาจากดินที่ใช้ปลูก และเพื่อเป็นการพัฒนาระบบการปลูกพืชนี้ให้สามารถนำไปใช้ได้กับในหลายพื้นที่ของประเทศไทย อีกทั้งยังเป็นการช่วยพัฒนาการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยอีกทางหนึ่งด้วย

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาแนวทางและความเป็นไปได้ของการปลูกผักกาดหอมในระบบ Nutrient Film Technique (NFT)
2. ศึกษาถึงประสิทธิภาพของสารละลายธาตุอาหารพืช 2 ชนิด ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบ NFT
3. ศึกษาและสำรวจโรคพืชที่เกิดขึ้นกับผักกาดหอมในระบบ NFT พร้อมทั้งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโรคที่เกิดขึ้นกับปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อโรคในระบบ NFT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ผักกาดหอม (Lettuce)

ลักษณะทั่วไป

ผักกาดหอมเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Compositae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sativa* var. *crispa* ชื่ออื่นๆ ผักกาดยี่ ผักสลัด พังงาย (เมืองทอง และสุวีรัตน์, 2532) ผักกาดหอมเป็นพืชปีเดียว (annual) มีระบบรากแก้วและรากฝอยกระจายอยู่รอบๆ มีลำต้นเป็นทรงกระบอกมีท่อน้ำยาง ยาวประมาณ 10 เซนติเมตร ส่วนในพันธุ์ *L. sativa* var. *asperagina* จะมีท่อน้ำยางยาวถึง 1 เมตร ผักกาดหอมจะมีก้านใบที่สั้นมากจนเกือบจะไม่มีก้านใบ การเรียงตัวของใบมีลักษณะคล้ายบันไดเวียนจะรวมกันเป็นกลุ่มที่ปลายยอด ขนาดและรูปร่างของใบจะแตกต่างกันไปตามพันธุ์ ดอกของผักกาดหอมเป็นดินชนิด Pentamerous ลักษณะเป็นช่อดอกที่อัดตัวกันแน่น กลีบดอกเป็นสีเหลืองแบบรัศมีแผ่ไปรอบๆ ดอกมีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน อับเรณูเป็นแบบทรงกรวยมี 5 อัน ยอดเกสรตัวเมียมี 2 แฉก เมล็ดมีลักษณะเป็นเมล็ดเดี่ยวแห้งเล็กไม่แตก ลักษณะหอมมีเปลือกหุ้มเมล็ดบางๆ เมล็ดที่แก่แล้วมีความยาวประมาณ 3-4 มิลลิเมตร เมล็ดมีสีขาว เหลือง เทาและน้ำตาล

พันธุ์ที่ใช้ปลูก

พันธุ์แต่ละพันธุ์ที่ใช้ปลูกมีลักษณะและสีของใบแตกต่างกันไปหลายแบบ ตั้งแต่ใบหยิกมากถึงใบเรียบ สีเขียวอ่อน-เข้ม และสีม่วงแดงเข้ม พันธุ์ส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศ แต่สามารถออกดอกติดเมล็ดได้ดีในประเทศไทย พันธุ์ที่ใช้ปลูกกันโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. Criphead type หรือ Iceburg ประเทศไทยเรียกว่าผักกาดหอมห่อ หรือผักกาดแก้ว (*L. sativa* var. *capitata*) เป็นพวกห่อหัวใบบางกรอบ ขอบใบหยักไม่เรียบ ลักษณะเข้าหัวแน่นแข็งคล้ายกะหล่ำปลี พันธุ์ที่พบ เช่น calmar fairton, Great lakes type เป็นต้น ปลูกได้ดีในระหว่างเดือนตุลาคมถึงมกราคม ปลูกได้ดีที่สุดในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม

2. Cos หรือ Romaine (*L. sativa* var. *longifolia*) ลักษณะตั้งตรงอาจสูงได้ถึง 25 เซนติเมตร ใบค่อนข้างแคบ เรียว ใบนอกมีลักษณะเรียวบาง และมีสีเขียว ใบมีความกรอบมากกว่าผักกาดหอมพวกพันธุ์ที่เป็นพันธุ์ห่อ พันธุ์ที่พบ เช่น Paris island, Paris white, Valamone เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Butterhead หรือ Bibb (*L. sativa* var. *capitator*) ลักษณะห่อหัวแบบหลวมๆ ใบข้างมีสีครีมหรือสีเหลือง และใบด้านนอกมีสีเขียว ใบเป็นกอขนได้ง่ายและฉีกขาดง่าย พันธุ์ที่พบเช่น Bibb, Butter crunch, Butting เป็นต้น

4. Leaf lettuce หรือ Loose leaf (*L. sativa* var. *crispa*) เป็นผักกาดหอมพันธุ์ใบ พันธุ์นี้จะไม่มีการห่อหัว ปลูกในไทยลักษณะใบหยักเป็นคลื่น หรือย่นที่ใบ สีใบมีตั้งแต่สีเขียวจนถึงสีแดง พันธุ์ที่ปลูกเช่น Black seeded simpson, Grand rapids type

สภาพแวดล้อมที่ต้องการ

ประเภทดิน	: แทบทุกชนิด ชอบดินร่วน ระบายน้ำดี
ความเป็นกรดด่าง	: 6.0-6.8
ความชื้น	: ในดินสูงพอเหมาะ
แสง	: แสงแดดเต็มที่ตลอดวัน
อุณหภูมิ	: ช่วงที่เหมาะสม 21-26.6 C

การปลูกและการดูแลรักษา

- * การหว่านปลูกโดยตรง หว่านเมล็ดพันธุ์ให้กระจายสม่ำเสมอ แล้วหว่านกลบด้วยดินร่วนซุยหรือดินผสมปุ๋ยหมักอย่างดี หนาประมาณ 0.5-1 ซม.
- * การเพาะกล้าย้ายปลูก โรยเมล็ดพันธุ์ในแนวร่องที่เตรียมไว้ ห่างๆ กันประมาณ 3-4 ซม. (หรือถ้าใช้ภาชนะเพาะกล้า ควรหยอด 2-3 เมล็ดต่อ 1 ช่องปลูก)
- * ไนโตรเจนเสริมโรยข้างหรือโรยหน้า 2-3 กก. N/ไร่ เมื่อต้นอายุ 10-15 วัน
- * การให้น้ำ ควรให้น้ำอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอ พอเหมาะต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม

การเก็บเกี่ยว

อายุการเก็บเกี่ยวของผักกาดหอมประมาณ 40-50 วัน หลังจากหว่านลงในแปลง เลือกเก็บขณะใบยังอ่อนอยู่ กรอบ ไม่เหนียวกระด้าง ได้ขนาดที่ต้องการ ใช้มีดตัดบริเวณโคนต้น ตัดแต่งใบรอบนอกเล็กน้อยโดยเฉพาะใบที่เป็นดินสกปรกและถูกโรคและแมลงทำลาย

Verley และ Burrage (1981) ได้ให้ตัวอย่างสูตรสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับการปลูกผักกาดหอมที่เตรียมเป็น stock solution ไว้ ดังนี้

Compound	Formular	Kg/200L
----------	----------	---------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Standard solution A

Potassium nitrate	KNO_3	15.99
Magnesium sulphate	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	27.32
Iron chelate (Sequestrene)	Fe EDTA	3.06
Manganese sulphate	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.101
Copper sulphate	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.019
Zinc sulphate	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.022
Ammonium molybdate	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.018
Boric acid	HBO_3	0.083

solution B

Calcium nitrate	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	12% Solution
-----------------	----------------------------	--------------

ปรับความเป็นกรดด้วย 12% Orthophosphoric acid ให้เป็น 6.0

2. Wye solution

Solution A

Potassium nitrate	KNO_3	16.59
Magnesium nitrate	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	6.54
Potassium dihydrogen orthophosphate	KH_2PO_4	4.14
Potassium sulphate	K_2SO_4	7.33
Iron chelate	Fe EDTA	0.8
Librel BMX chelate mix	-	1.176

solution B

Calcium nitrate	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	3% Solution
-----------------	----------------------------	-------------

ปรับความเป็นกรดด้วย 5% Nitric acid

จากการนำเอาสารละลายธาตุอาหารสูตร Standard solution มาทำการศึกษาเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกันในพืชพวกผักกาดหอม พบว่า ผักกาดหอมจะเจริญเติบโตได้ดีในช่วง 15-18 CF unit (1500-1800 μmhos) ซึ่งผันแปรน้อยกว่าสารละลายธาตุอาหารสูตร Wye solution ที่ผักกาดหอมจะเจริญได้ดีอยู่ในช่วง 11-50 CF unit (1100-5000 μmhos)

การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารจาก 660 μmhos ถึง 4900 μmhos จะชี้ให้เห็นค่าการนำไฟฟ้าประมาณ 2000 μmhos จะเป็นระดับที่ผักกาดหอมเจริญเติบโต เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โตได้ดีที่สุด ซึ่งจะให้น้ำหนักสดต่อหัว และเปอร์เซ็นต์การห่อหัวของผักกาดหอมสูงสุด ธาตุอาหารที่ใช้ปลูกผักกาดหอม พบว่าสารละลายธาตุที่มีโปแตสเซียมและไนเตรตในปริมาณ ในช่วงระยะเวลา 2 อาทิตย์ตั้งแต่นำผักกาดหอมลงปลูกปริมาณของโปแตสเซียมและไนเตรต จะลดต่ำลงมากจนในที่สุด ผักกาดหอมจะเริ่มแสดงอาการขาดธาตุอาหารเกิดขึ้น สารละลายธาตุอาหารที่มีโปแตสเซียมและไนเตรตมากจะทำให้ผักกาดหอมเจริญเติบโตทางด้านลำต้นได้ดี (Verley and Berrage, 1981) พบว่า ไนโตรเจน 200 ppm. และโปแตสเซียม 350 ppm. จะทำให้น้ำหนักสดของผักกาดหอมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังพบอีกว่าระดับไนโตรเจนของผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารจะเพิ่มมากกว่าการปลูกในดิน

โรคและแมลงที่พบ และการป้องกันกำจัด

* โรค

1. โรคเน่าคอดิน : ใช้ แมนโคเซ็บ 50% WP 20-30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร
2. โรคราน้ำค้าง : ใช้แมนโคเซ็บ 50%WP 20-30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร
ซีเน็บ 80%WP 40-60 กรัม/น้ำ 20 ลิตร
3. โรค Lettuce Drop : ใช้ เบนโนมิล 6-10 กรัม/น้ำ 20 ลิตร
4. โรค Cercospora Leaf Spot : ใช้เบนโนมิล 50 %WP 6กรัม/น้ำ20 ลิตร
แมนโคเซ็บ 80%WP 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

* แมลง

1. เพลี้ยอ่อน : พาลาโรซอน 57% 40-45 ซีซี/ลิตร ทุก 70-100 วัน
2. หนอนคืบกะหล่ำ : ไฮเปอร์เมทริน 25% 10-20 ซีซี/ลิตร ทุก 5-7 วัน
3. หนอนกระทู้กัดต้น : เดคาเมทริน 3% 10 ซีซี/ลิตร ทุก 5-7 วัน
4. หนอนกระทู้หอม : ใช้สารฆ่าแมลงประเภทเชื้อไวรัส NPV

การปลูกพืชไม่ใช้ดิน (Hydroponics)

ความหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปลูกพืชไม่ใช้ดินเป็นวิธีการปลูกพืชที่ใช้หลักการในแบบวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ด้วยการเลียนแบบการปลูกพืชบนดินแต่นำดินมาใช้เป็นวัสดุในการปลูก แต่จะใช้วัสดุอื่นแทนดิน เช่น การปลูกพืชให้รากลอยอยู่ในอากาศ ปลูกในน้ำยา ทวาย กววด ชุมมะพร้าว โยหิน ชี้เลื่อย แกลบ ฯลฯ โดยมีการให้สารละลายธาตุอาหารพืชในวัสดุปลูก นอกจากนี้ยังหมายถึง การปลูกพืชโดยจะให้สารละลายธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตแก่รากโดยตรงในปริมาณและสัดส่วนที่เหมาะสม ไม่ต้องมีวัสดุปลูก ซึ่งอาจจะใช้วิธีการแช่รากในสารละลายธาตุอาหาร หรืออาจจะพ่นสารละลายธาตุอาหารเป็นฝอยไปยังรากโดยตรงก็ได้ เพื่อทดแทนธาตุอาหารซึ่งต้องอาศัยจากดิน ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการปลูกพืชส่วนที่เกี่ยวข้องกับดิน เช่น ดินที่มีคุณภาพต่ำ มีความเค็มสูง เป็นกรดจัด หรือ มีโรคระบาดอยู่ในดิน โดยการปลูกพืชที่ไม่อาศัยดินจะสามารถควบคุมคุณภาพ ปริมาณ และระยะเวลาของผลผลิตให้ได้ตามความต้องการของตลาด

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หรือเรียกอีกอย่างว่า ปลูกพืชด้วยสารละลาย (hydroponics, water culture, nutriculture, hydroculture) มาจากภาษากรีกสองคำ คือคำว่า "hudor" หมายถึง น้ำ และ "ponos" หมายถึง งาน ซึ่งเมื่อรวมคำสองคำเข้าด้วยกันความหมายก็คือ "water-working" หรือ "การปฏิบัติการเกี่ยวกับน้ำ" แต่โดยความหมายจริงๆ นั้นได้มีความเกี่ยวข้องกับการใช้สารละลายหรือการใส่ปุ๋ยเคมีกับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชละลายในปริมาณ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (Douglas, 1978; Resh, 1981; Ikeda, 1985; ถวัลย์ 2534)

ความเป็นมาและสถานการณ์ของการปลูกพืชไม่ใช้ดิน

การปลูกพืชไม่ใช้ดินที่ทำกันในปริมาณมากๆ นั้น เริ่มต้นหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 คือ ใน พ.ศ. 2489 ทหารอากาศสหรัฐอเมริกาอยู่ในกรุงโตเกียวได้ปลูกผักหลายชนิด เช่น ผักกาดสด เซอร์รี่ ในเรือนกระจกขนาดใหญ่ประมาณ 2 เฮกตาร์ ซึ่งจัดว่าใหญ่ที่สุดในโลกในขณะนั้นเพื่อเป็นอาหารสำหรับทหารชาวอเมริกันที่อยู่ในญี่ปุ่นและเกาหลี

ในประเทศญี่ปุ่นได้มีการทดลองปลูกแตงกวาในสารละลายธาตุอาหารแล้วอัดอากาศลงไป พร้อมทั้งควบคุมปริมาณแสงและอุณหภูมิในเรือนกระจก พบว่าทำให้พืชเติบโตได้ไม่มีขีดจำกัดในประเทศได้วัน ปัจจุบันการปลูกพืชไม่ใช้ดินเป็นที่นิยมทั่วไป โดยเฉพาะการปลูกแบบ hydroponics นั้นนำมาใช้ในการปลูกผักต่าง ๆ เช่น ผักบุ้งจีน คะน้า ผักสลัด เป็นต้น ในประเทศรัสเซีย ก็ได้เห็นความสำคัญของระบบปลูกพืชแบบนี้ และได้ทดลองปลูกที่ Moscow และเมือง Kiev และทำการจัดตั้งสถาบันเพื่อทำการศึกษาค้นคว้าวิจัยในเรื่องการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในแคว้นอาร์เมเนีย นอกจากนี้ยังมีประเทศอื่นอีกที่นำเอาระบบ Hydroponics ไปใช้ เช่น ในออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ อิสราเอล อิตาลี ประเทศแถบสแกนดิเนเวีย คุเวต บราซิล โปแลนด์ อิหร่าน สิงคโปร์ มาเลเซีย (Resh, 1981)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับในประเทศไทย การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ยังอยู่ในขั้นศึกษาวิจัยเป็นส่วนใหญ่ ดังเช่นการทำวิจัยในรูปของวิทยานิพนธ์ของนิสิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับการปลูกพืชโดยให้สารละลายธาตุอาหารแบบต่าง ๆ ในวัสดุปลูกที่ไม่ใช้ดินและการปลูกในสารละลายธาตุอาหารแบบไม่ใช้วัสดุปลูก

จากการทดลองที่คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อศึกษาศักยภาพการปลูกแคนตาลูป 8 พันธุ์ ในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดิน(แบบใช้วัสดุปลูก) คือ พันธุ์ Sweetheart, Early sweet, Dixie jumpbo, Emerald germ, Ranjadew, Summer dream, Honey ball และ Bonus พบว่าพันธุ์ Bonus ที่ปลูกลงบนกาบมะพร้าว และให้สารละลายธาตุอาหารแบบหยด จะให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อผลและคุณสมบัติของเนื้อผลได้ดีที่สุด และแตกต่างทางสถิติจากพันธุ์อื่นๆ (ศุภรัชย์ และถนิมนันต์ 2538)

ความจำเป็นในการปลูกพืชไม่ใช้ดิน

ปิฎุระ (2519) กล่าวว่าความจำเป็นในการปลูกพืชไม่ใช้ดินเนื่องจากสภาพดินไม่เหมาะสมแก่การปลูกพืชลงในดิน เป็นผลมาจากการขาดแร่ธาตุอาหารและคุณสมบัติทางกายภาพของดินที่ไม่เหมาะสม ทำให้ดินไม่สามารถจะดูดซับธาตุอาหารไว้ได้ ทำให้เกิดการชะล้างของธาตุอาหารออกไปหรือซึมลงใต้ดินหมด ทำให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ เช่น ในบริเวณที่เป็นกรดดินไม่มีดินอยู่เลย หรือพืชไม่สามารถดูดธาตุอาหารในดินบริเวณนั้นไปใช้ได้ เนื่องจากดินมีปฏิกิริยาเคมีที่ไม่ตอบสนองอาหารได้ นอกจากนี้การปลูกพืชในดินตามธรรมชาตินั้น ควบคุมอาหารและแร่ธาตุได้ลำบาก เนื่องจากคุณสมบัติของดินเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ทำให้คุณสมบัติและปริมาณผลผลิตที่ได้ไม่มีมาตรฐานที่แน่นอน หรือความจำเป็นในการปลูกพืชบางอย่างที่ต้องการผลผลิตในระยะเวลานั้นๆ ถ้าปลูกในดินตามธรรมชาติแล้วต้องเตรียมดินทุกๆ ครั้งที่จะปลูกพืชรุ่นใหม่ ฉะนั้นการปลูกพืชในน้ำยาจะมีประโยชน์เฉพาะสถานที่และบางห้องที่เท่านั้น ที่ไม่สามารถปลูกพืชได้ตามธรรมชาติ

Boyer (1983) รายงานว่า การปลูกพืชไม่ใช้ดิน พืชจะเจริญเติบโตได้เร็วกว่า สามารถเก็บเกี่ยวได้เร็ว และผลผลิตสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกพืชโดยใช้ดิน ในปริมาณสารละลายธาตุอาหารที่เท่ากัน การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจะให้ผลผลิตสูงกว่าและผลผลิตที่ได้มีความสม่ำเสมอมากกว่าด้วย ความเข้มข้นและส่วนประกอบของธาตุอาหารที่ให้แก่พืช สามารถปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ ของสารละลายได้ เช่น pH ปริมาณธาตุอาหาร พืชที่มีการใช้วิธีเพาะปลูกโดยไม่ใช้ดิน เช่น มะเขือเทศ มันฝรั่ง ข้าว ผักกาดหอม และหัวบีท ซึ่งมีการปลูกในหลายสถานที่ สามารถให้ผลผลิตสูงกว่าปลูกบนดินตามธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน สามารถแบ่งออกเป็น 3 ระบบ ตามลักษณะวิธีการให้สารละลายธาตุอาหารแก่บริเวณรอบๆ รากพืช ดังนี้คือ

1. ระบบปลูกพืชให้รากลอยอยู่กลางอากาศ
2. ระบบปลูกพืชในวัสดุปลูก
3. ระบบปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร

1. ระบบปลูกพืชให้รากลอยอยู่กลางอากาศ

การปลูกพืชในระบบนี้ เป็นระบบที่มีการสร้างกล่องหรือตู้ที่มีหัวฉีดและให้โคนต้นยึดกับด้านบนส่วนรากอยู่ภายในแขวนห้อยกลางอากาศ จากนั้นจึงเติมธาตุอาหารแก่รากพืชด้วยการใช้ปั๊มอัดผ่านหัวฉีดพ่นสารละลายให้เป็นฝอยละเอียดเป็นระยะๆ ตามช่วงเวลาที่กำหนด ข้อเสียของระบบวิธีการปลูกนี้ก็คือน่าลงทุนใช้จ่ายในด้านวัสดุอุปกรณ์ค่อนข้างสูง

Wegnor and Wikinson (1992) ได้ศึกษาการเข้าทำลายของเชื้อ *Phytophthora sojae* ในบริเวณรากของต้นถั่วเหลือง ในระบบ Hydroponics และกล่าวว่า การใช้ระบบนี้มีข้อได้เปรียบรวมอยู่หลายประการ ไม่ว่าจะเป็นง่ายต่อการปลูกเชื้อ (inoculation) การศึกษาการพัฒนาและชบวนการเปลี่ยนแปลงของราก การสังเกตอาการที่ผิดปกติ และการเก็บข้อมูลที่ถูกต้อง เพราะรากลอยอยู่ในอากาศให้เห็นชัดเจน และไม่ถูกกระทบกระเทือนขณะทำการทดลอง แต่ข้อเสียที่สำคัญของระบบปลูกพืชแบบนี้คือ หากระบบให้น้ำไม่ทำงาน ต้นพืชจะแสดงอาการเหี่ยวให้เห็นอย่างรวดเร็วภายใน 2-3 ชั่วโมง และจะตายในที่สุดถ้าทำการช่วยเหลือไม่ทัน

2. ระบบปลูกโดยใช้วัสดุปลูก

ระบบการปลูกแบบนี้เป็นการปลูกโดยใช้วัสดุปลูกแทนการปลูกด้วยดิน ซึ่งช่วยให้รากพืชยึดพุงลำต้นให้ทรงตัวอยู่ได้ หลักสำคัญในการพิจารณาเลือกใช้วัสดุปลูกคือ จะต้องให้เหมาะสมกับสภาวะต่างๆ ตามที่พืชต้องการ เช่น การระบายอากาศที่ดี อุ่นน้ำได้พอเหมาะ เป็นต้น และโดยเนื้อวัสดุปลูกที่นำมาอาจมีหรือไม่มีสารอาหาร แต่เนื่องด้วยธาตุอาหารต่างๆ ที่มีอยู่ยังไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงยังเป็นสิ่งจำเป็นต้องให้อาหารสำหรับการปลูกพืชด้วยวัสดุปลูกเพื่อต้องการให้พืชได้รับธาตุอาหารที่มีอย่างครบถ้วน วัสดุปลูกที่นิยมใช้ มีทั้งที่เป็นอินทรีย์วัตถุและอนินทรีย์วัตถุ อาทิเช่น Rockwool ดินเหนียวเผา Perlite หินภูเขาไฟ ทรายหยาบ ก้อนกรวด ขุยมะพร้าว ขี้เลื่อย ขี้เถ้า แกลบ วัสดุแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกัน เช่น

โยหิน (Rockwool) มีข้อดีคือ เป็นวัสดุที่มีการระบายน้ำและอากาศดีที่สุดในใช้งานง่าย น้ำหนักเบา ฆ่าเชื้อโรคและแมลงได้ง่าย คุณสมบัติต่างๆ ไป มีการอุ้มน้ำ โดยเฉลี่ย 70-80% โดย

ปริมาณที่ขึ้นอยู่กับระดับความสูงจากผิวน้ำ (94% ที่ระดับผิวน้ำ และ 82% ที่ระดับความสูงจากผิวน้ำ 5 ซม.) ความหนาแน่นรวมเนื้อแห้ง 0.08 ความพรุน 95% ความคงทนของโครงสร้างไม่ดี

ซีเมนต์ซีเมนต์ น้ำหนักเบาต่อการนำมาใช้ ความสามารถในการรุ่มน้ำดี มีการสลายตัวหลังจากนำมาใช้น้อยและเกิดการอัดตัวไม่มากนัก ราคาถูก คุณสมบัติทั่วไป pH 7-8.5 มีความแปรปรวนมากขึ้นอยู่กับอายุของกองซีเมนต์ซีเมนต์ ถ้ามีอายุมากจะชะล้างโดยฝนมาก pH จะลดลง คุณสมบัติในการรุ่มน้ำดี ความหนาแน่นรวมเนื้อแห้งต่ำ ความพรุนสูง ความคงทนของโครงสร้าง ดีมีการสลายตัวน้อย แต่จะมีการอัดตัวบ้างหลังปลูก

ขุยมะพร้าว ซีเมนต์ น้ำหนักเบาต่อการนำมาใช้ ความสามารถในการรุ่มน้ำดีมาก ราคาถูก คุณสมบัติทั่วไป มีการรุ่มน้ำดีมาก จนอาจมากเกินไปจนมีปัญหาเกี่ยวกับการระบายอากาศ คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุมีค่าสูงเมื่อขุยมะพร้าวผ่านขบวนการสลายตัว ความหนาแน่นรวมเนื้อแห้งต่ำ ความพรุนสูง

แต่โดยทั่วไป แล้ว วัสดุปลูกที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้คือ

- * มีความสามารถในการรุ่มน้ำ และระบายน้ำได้ดี
- * มีความพรุนที่จะให้อากาศแทรกตัวอยู่ในวัสดุปลูกได้
- * ไม่มีความเป็นพิษต่อพืช
- * มีความคงรูป ทนทาน ไม่เปื่อยยุ่ยง่าย
- * มีความเฉื่อย (inert) ไม่ทำปฏิกิริยาใดๆ กับธาตุอาหาร และไม่ดูดซับประจุ (Resh, 1981)

3. ระบบปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร

การปลูกพืชในระบบนี้ เป็นที่รู้จักกันดีในชื่อว่า Water culture หรือการปลูกพืชลอยน้ำ เป็นแบบที่ได้รับความนิยมมากกว่าแบบอื่นๆ และค่อนข้างใช้ได้ประสบความสำเร็จในที่ที่มีความเข้มของแดดจัด วิธีปลูกโดยการนำรากพืชจุ่มแช่อยู่ในสารละลายโดยตรง ซึ่งรากพืชมิได้มีสิ่งใดได้สัมผัสเกาะยึด ยังสามารถเคลื่อนไหวไปมาได้ ดังนั้น ด้วยลักษณะตามที่ปรากฏการให้ระบายการให้ระบายการรองรับแก่ต้นพืชจึงมักใช้การยึดเหนี่ยวในส่วนของลำต้นแทนเพื่อการทรงตัว

ระบบการให้น้ำแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี

1. แบบสารละลายไม่หมุนเวียน ซึ่งแบ่งออกเป็น

1.1 ไม่เติมอากาศ เป็นระบบสารละลายที่ไม่หมุนเวียนถ่ายเทไม่ต้องให้ออกซิเจน หรือไม่ต้องใช้อุปกรณ์เครื่องปั๊มอากาศ

1.2 เติมอากาศ โดยต้องใช้ปั๊มลมช่วยในการให้ออกซิเจน ซึ่งจะมีลักษณะเหมือนการเลี้ยงปลาตู้

2. แบบสารละลายหมุนเวียน ซึ่งยังแบ่งออกเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 การให้สารละลายไหลผ่านรากพืชอย่างต่อเนื่อง (Nutrient Flow Technique) มีลักษณะเหมือนการปลูกต้นพืชแช่ลอยอยู่ในลำธารเล็กๆ มีน้ำตื้นๆ ไหลช้าๆ สม่าเสมอ ระดับความลึกของสารละลาย 5 หรือ 10 ซม.

2.2 การให้สารละลายไหลผ่านรากพืชเป็นน้ำบางๆ (Nutrient Film Technique) เป็นการปลูกพืชโดยรากแช่อยู่ในสารละลายโดยตรง สารละลายธาตุอาหารจะไหลเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ในรางกว้างประมาณ 30-35 ซม. สูงประมาณ 5 ซม. ความยาวของรางตั้งแต่ 5-20 เมตร การไหลของสารละลายอาจเป็นแบบต่อเนื่องหรือแบบสลับก็ได้ รางจะทำจากแผ่นพลาสติกสองหน้าขาวและดำหนา 80-200 ไมครอน หรืออาจทำจากโลหะ เช่นสังกะสี หรือ อะลูมิเนียม และบุภายในด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันการกัดกร่อนของสารละลาย ก่อนปลูกอาจจะมีการวางแถบกระจายน้ำเพื่อให้สารละลาย ไหลทั่วราง

ในระบบ NFT Benoit and Ceusterman (1986) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลผลิตกับการปลูกพืชโดยวิธีธรรมดาพบว่า ในต้นมะเขือเทศ ผลผลิตจะมากกว่าที่ปลูกในดินถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ในต้นฟักทอง ผลผลิตจะมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วกว่า แต่ในระบบนี้ก็มีข้อเสียในเรื่องเกี่ยวกับการสะสมของอุณหภูมิในสารละลาย และต้องใช้น้ำที่มีสิ่งเจือปนอยู่น้อย เพราะถ้ามีสิ่งเจือปนอยู่มากจะเกิดการสะสมของไฮดรอนบางตัวที่พืชใช้น้อย ทำให้ต้องเปลี่ยนสารละลายใหม่ และในปี 1987 ทั้งสองท่านยังได้ศึกษาคุณภาพของมะเขือเทศที่ปลูกในระบบ NFT พบว่า ผลที่ได้จากการปลูกในระบบนี้ มีปริมาณวิตามินซี สูงกว่าที่ปลูกในดิน ทั้งยังมีปริมาณน้ำตาล กรดต่างๆ และปริมาณโซเดียมสูงขึ้นทำให้ผลมีรสชาติดีขึ้น ปริมาณไนเตรตที่ปลูกในระบบ NFT จะพบได้น้อยในขณะที่ปริมาณ P, K, Ca, Mg จะมีปริมาณพอๆ กับผลมะเขือเทศที่ปลูกลงดิน

ข้อดีของระบบ N.F.T.

- * ไม่จำเป็นต้องมีเครื่องควบคุมการให้น้ำโดยอัตโนมัติ เนื่องจากระบบนี้จะมีการให้น้ำแก่พืชตลอดเวลา
- * ระบบการให้น้ำไม่ยุ่งยาก
- * ทำการป้องกันและกำจัดเชื้อโรคพืชต่างๆ ในสารละลายได้ง่าย
- * เป็นระบบที่มีการใช้น้ำและธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด (อิทธิสุนทร 2534)

ข้อดีของการปลูกพืชโดยใช้ดิน

ด้วยเหตุที่ระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เป็นวิธีการปลูกพืชโดยการให้สารละลายธาตุอาหารแก่พืชโดยตรง ธาตุอาหารต่างๆ จะอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที อีกทั้งยังสามารถควบคุมความเข้มข้น ความเป็นกรด-ด่าง ตลอดจนคุณสมบัติอื่นๆ ของสารละลายให้เหมาะสมกับความต้องการของพืชในแต่ละชนิด และแต่ละช่วงของอายุได้ เพื่อให้พืชสามารถดูดไปใช้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด และส่วนใหญ่จะทำกรปลูกในสภาพโรงเรือน จึงสามารถควบคุมปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชได้เป็นอย่างดี จึงทำให้พืชที่ปลูกในระบบนี้มีข้อได้เปรียบและศักยภาพทางด้านต่างๆ มากกว่าการปลูกในดินดังนี้

1. ทางด้านการเจริญเติบโต

ต้นพืชที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน จะมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วกว่า เริ่มตั้งแต่พืชระได้รับความกระทบกระเทือนน้อยในขณะย้ายกล้า และในระหว่างการเจริญเติบโตพืชก็ได้รับแร่ธาตุอาหารที่อุดมสมบูรณ์เพียงพอ ตลอดจนปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมต่างๆ พอเหมาะ จึงทำให้สามารถให้ผลผลิตได้เร็วกว่าพืชที่ปลูกในดิน สามารถลดระยะเวลาการปลูกลง เป็นผลทำให้สามารถปลูกพืชได้หลายครั้งในแต่ละปี เช่นต้นสลัดที่ปลูกในระบบ NFT จะสามารถเก็บเกี่ยวได้ 8 ครั้งต่อปี ในขณะที่ปลูกในดินเก็บเกี่ยวได้ 7 ครั้ง ต่อปี (Cooper, 1988) อีกทั้งผลผลิตต่อต้นก็มากกว่า ดังจะเห็นได้จาก ต้นมะเขือเทศที่ปลูกแสดงในงาน expo 1985 ที่ประเทศญี่ปุ่น โดยบริษัท Kyowa พบว่าให้ผลผลิตถึง 12,000 ผลต่อต้น (พรัย และวิบูลย์, 2531) หรือในต้นแตงกวาพันธุ์ยุโรป ได้มีผู้ทดลองเก็บผลผลิตไปเรื่อยๆ พบว่า สามารถเก็บผลผลิตได้ถึง 100 ผลต่อต้น (Resh, 1981) นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มปริมาณการผลิตต่อหนึ่งพื้นที่ได้อีก ผลผลิตรวมทั้งหมดจึงสูงกว่าที่ปลูกลงในดิน ดังตาราง

พืช	ผลผลิตที่ปลูกในดิน (ต่อ 10 เอเคอร์)	ผลผลิตที่ปลูกในระบบไม่ใช้ดิน (ต่อ 10 เอเคอร์)
ข้าว	1,000 ปอนด์	5,000 ปอนด์
ข้าวสาลี	600 ปอนด์	4,100 ปอนด์
ข้าวไร้ต	1,000 ปอนด์	2,500 ปอนด์
ถั่ว (soya)	600 ปอนด์	1,550 ปอนด์
ถั่ว (bean)	5 ตัน	21 ตัน
ถั่ว (peas)	1 ตัน	9 ตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวผักกาดหวาน (beets)	4 ตัน	12 ตัน
มันฝรั่ง	8 ตัน	70 ตัน
กะหล่ำ	13,000 ปอนด์	18,000 ปอนด์
ผักสลัด (lettuce)	9,000 ปอนด์	21,000 ปอนด์
แตงกวา	7,000 ปอนด์	28,000 ปอนด์
มะเขือเทศ	5-10 ตัน	60-300 ตัน

ที่มา : Resh (1981)

2. ทางด้านการจัดการ

ระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสามารถจะลดขั้นตอนและวิธีการในการจัดการบางอย่าง ทั้งใน
ระยะก่อนการปลูก ระหว่างการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวลงไปได้ เช่น

- ไม่จำเป็นต้องมีเขตกรรม เนื่องจากไม่ใช้ดินในการเพาะปลูก อย่างไรก็ตามในระบบ
ปลูกแบบมีวัสดุปลูก อาจจะต้องมีการเตรียมวัสดุปลูก แต่ก็ใช้เวลาและแรงงานไม่มากนัก
- การฆ่าเชื้อในระบบสามารถทำได้ง่ายกว่า โดยการใช้ไซโตเนียมไฮโปคลอไรด์ กรดไฮโดร
คลอริก หรือกรดไนตริก ความเข้มข้น 0.2-0.5% ไหลผ่านเข้าไปในระบบ ซึ่งต่างกับการฆ่าเชื้อใน
ดิน ซึ่งอาจจะต้องใช้วิธีการอบความร้อน หรือสารเคมีพวก methyl bromide ซึ่งต้องใช้เวลายาว
น้อย 2-3 สัปดาห์ และอาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้
- ไม่มีความจำเป็นต้องใส่ปุ๋ย ทั้งก่อนปลูกและระหว่างปลูก เพราะมีธาตุอาหารที่จำเป็น
อยู่อย่างครบถ้วนในรูปของสารละลายธาตุอาหาร จึงทำให้การให้น้ำและปุ๋ยเป็นไปอย่างมี
ประสิทธิภาพ และสะดวก
- ไม่ต้องมีการกำจัดวัชพืช ตลอดระยะเวลาการเพาะปลูก
- การเก็บเกี่ยวผลผลิตสามารถทำได้ง่าย เพราะใช้พื้นที่ในการปลูกน้อยกว่า อีกทั้งยัง
สามารถนำเครื่องจักรขนาดเล็กเข้าไปทำงานได้ เช่น สายพานลำเลียง และเมื่อเก็บผลผลิตเสร็จ ก็
สามารถทำความสะอาดโรงเรือนเพื่อทำการปลูกในครั้งต่อไปได้ง่าย
- ลดแรงงาน และค่าใช้จ่ายในการดูแลต้นพืช นอกจากแรงงานในการขุดเตรียมดิน การ
ใส่ปุ๋ย และการให้น้ำจะถูกตัดลงไปแล้ว แรงงานคนในการดูแลการปลูกพืชก็จะน้อยกว่า เพราะ
สามารถใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติมาดูแลสิ่งต่างๆ แทนแรงงานคนได้ เช่น การให้น้ำ การเติม
สารละลายธาตุอาหาร และการควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ ภายในโรงเรือน เป็นต้น (ศูนย์เผย
แพร่เทคโนโลยีการเกษตร, 2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การป้องกันโรค

ระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินยึดหลักในการป้องกันโรคดังนี้

1) การหลีกเลี่ยงเชื้อโรค (Avoidance of the pathogen) โดยทำการปลูกในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ต้นพืชที่ปลูกในระบบนี้จะมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว และให้ผลผลิตก่อนพืชที่ปลูกในดิน ซึ่งก็เป็นการหลีกเลี่ยงเชื้อโรควิธีหนึ่ง

2) การป้องกันมิให้เชื้อโรคเข้ามาสู่ในบริเวณแหล่งปลูก (Exclusion of inoculum) การไม่ใช้ดินในการปลูกพืช เป็นการป้องกันมิให้เชื้อโรคที่ติดมาทางดิน (Soilborne pathogen) ที่มีอยู่มากมาย อาทิเช่น *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp., *Sclerotium roifsi*, *Cylindrocladium cratalariae*, ไช้และตัวอ่อนของไส้เดือนฝอย ; แบคทีเรียสาเหตุโรคพืช ; วัชพืช และ พืชที่เป็นพาราสิตต่างๆ เข้ามาในแหล่งปลูก

3) การทำลายหรือลดจำนวนเชื้อโรคในแหล่งปลูก (Eradication) ก่อนที่จะมีการปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแต่ละครั้ง จะต้องมีการฆ่าเชื้อโรคที่อยู่ในระบบโดยการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นของคลอรีน 5 mg/l หรือกรดไนตริกเข้มข้น 0.2-0.5% ไหลผ่านเข้าไปในระบบ ซึ่งทำให้เป็นการลดจำนวนเชื้อโรคในแหล่งปลูกลงได้เป็นบางส่วน นอกจากนี้ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ยังสามารถติดตั้งอุปกรณ์พิเศษเพิ่มเติมลงไปในระบบ เพื่อทำการลดจำนวนเชื้อโรคในระบบได้ เช่น เครื่องกรองจุลินทรีย์, เครื่องกำเนิดรังสีอัลตราไวโอเล็ต หรืออุปกรณ์ฆ่าเชื้อด้วยความร้อน เป็นต้น

4) การป้องกันมิให้เชื้อโรคกลายเข้าไปในต้นพืช (Protection) พืชที่ปลูกในระบบไม่ใช้ดินส่วนใหญ่จะทำการปลูกในสภาพโรงเรือน ซึ่งมีตาข่ายในการป้องกันแมลงศัตรูพืช จึงเป็นการป้องกันมิให้แมลงศัตรูพืชโดยตรง หรือแมลงที่เป็นพาหะบางชนิดเข้าไปรบกวน ทำลายต้นพืช นอกจากนี้บางแห่งที่ทำการปลูกในสภาพโรงเรือนปิด เช่นในต่างประเทศ การควบคุมปัจจัยทางสภาพแวดล้อมต่างๆ สามารถควบคุมได้เกือบสมบูรณ์ ไม่ว่าจะเป็นแสงหรืออุณหภูมิ ฯลฯ จึงเป็นการส่งเสริมให้พืชมีความแข็งแรงต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรคได้เป็นอย่างดี

5) การใช้พันธุ์ต้านทาน (Plant resistance) พืชที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หานำเอาพันธุ์ต้านทานมาปลูก ก็น่าจะมีการแสดงออกของลักษณะของพันธุกรรม (phenotype) ที่ต้านทานดีกว่าพืชที่ปลูกตามปกติ เนื่องจากความสามารถทางพันธุกรรมจะได้แสดงออกอย่างเต็มที่ เพราะปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมเราสามารถควบคุมได้แต่อีกแง่หนึ่งที่ไม่ควรมองข้ามก็คือการใช้ประโยชน์จากระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ในการพัฒนาพืชให้มีความต้านทาน ซึ่งน่าจะกระทำได้ง่ายกว่าการปลูกพืชในดิน

6) การรักษาพืชที่เป็นโรค (Terapy) ถึงแม้ว่าการรักษาพืชที่เป็นโรคจะเป็นวิธีที่ไม่นิยมใช้ เนื่องจากไม่คุ้มกับค่าใช้จ่าย และการรักษาอาจจะไม่ทันก็ตาม แต่ในพืชที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรักษายังมีความจำเป็นอยู่ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หากมีความจำเป็นต้องทำการรักษาพืชที่เป็นโรค ก็สามารถทำได้ง่าย เนื่องจากเราสามารถที่จะรักษาโดยผ่านทางสารละลายธาตุอาหาร ซึ่งทำให้การรักษามีประสิทธิภาพและการสูญเสียน้อยกว่า

ข้อเสียของระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

1. เป็นระบบที่มีราคาแพง ค่าใช้จ่ายในการลงทุนระยะแรกค่อนข้างสูง โดยเฉพาะด้านอุปกรณ์ และโรงเรือน ถ้าปลูกเป็นการค้าในระยะแรกอาจจะไม่คุ้ม แต่ในระยะยาวจะให้ผลคุ้มค่า
2. จะต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญ และประสบการณ์มากพอสมควรในการควบคุมดูแล เนื่องจากจะต้องระวังข้อผิดพลาดอันอาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการปลูกเช่น ถ้าไฟฟ้าดับหรือระบบสารละลายขาดข้อง เป็นต้น
3. จากการทำให้สารละลายธาตุอาหารจากแหล่งเดียวกัน ถ้าหากเกิดปนเปื้อนของเชื้อเกิดขึ้น เชื้อโรคจะแพร่กระจายไปทั่วทั้งระบบได้เร็ว

โรคที่ตรวจพบในระบบ Hydroponics

Pegg and Holderness (1984) รายงานว่าเชื้อที่เป็นปัญหาสำคัญและพบบ่อยๆ ในระบบ Hydroponics คือ เชื้อ *Phytophthora nicotianae* , *P. parasitica* และเชื้อ *Pythium cryptogea* และเชื้อ *Pythium spp.*

Price and Nolan (1984) ได้ทำการศึกษาการแพร่กระจายของเชื้อราบางชนิดในโรงเรือนปลูกพืชที่ใช้ระบบ NFT แห่งหนึ่งในรัฐวิกตอเรีย ประเทศออสเตรเลีย พบว่า เชื้อ *Pythium* และ *Fusarium* จะมีการแพร่กระจายที่แตกต่างกัน

Stanghellini and Karonland (1986) ได้รายงานการพบเชื้อ *Pythium dissotocum* เป็นครั้งแรก ที่บริเวณรากของต้นผักกาดหอม เชื้อชนิดนี้จะไปมีผลทำให้ความสามารถในการดูดสารอาหารลดลง จากการทดลองพบว่าต้นพืชที่ทำการปลูกเชื้อชนิดนี้เข้าไป จะทำให้ผลผลิตลดลงถึง 18 เปอร์เซ็นต์

เชื้อ *Pythium* เป็นปัญหาที่สำคัญในระบบ hydroponics ซึ่งตามปกติเชื้อชนิดนี้จะมีความสามารถในการเข้าทำลายพืชอาศัยต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ที่อยู่ในดิน แต่เมื่อเชื้อเข้าสู่ระบบ hydroponics แม้เพียงเล็กน้อย ก็มีความสามารถเข้าหาพืชอาศัยและเพิ่มขยายตัวได้สูง โดยการสร้าง zoospores ซึ่งเพียงพอที่จะทำให้พืชเป็นโรคได้ (Zinnen, 1988) และส่งผลให้ผลผลิตลดลงต่ำลงจนเสียหายถึง 100 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แดงกวาพันธุ์ผลยาว (Long English cucumber) กว่าจะทราบว่าถูกเชื้อเข้าทำลาย ต้นแดงกวาก็แสดงอาการเหี่ยว จนยากที่จะแก้ไขได้ (Favrin et al., 1988)

Mac Donald et. al. (1994) ได้ทำการสำรวจปริมาณเชื้อราในกลุ่ม Pythiaceae ในโรงเรือนแถบแคลิฟอร์เนีย ที่มีการหมุนเวียนนำเอาหน้าและสารละลายกลับมาใช้ใหม่ พบว่าปริมาณของเชื้อราจะมีความผันแปรแตกต่างกันไปในแต่ละโรงเรือน แต่ส่วนใหญ่จะพบเชื้อ *Pythium* ในปริมาณที่มากกว่า *Phytophthora*

Stanghellini and Rasmussen (1994) พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 26 species ในจำนวนนี้เป็นเชื้อราทั้งสิ้น 20 species เชื้อราที่เป็นปัญหาสำคัญอย่างมากก็คือ เชื้อราในกลุ่ม zoosporic fungi เช่น *Pythium* spp., *Phytophthora* spp. และ *Ovipodium* spp. ซึ่งมีความสามารถในการแพร่กระจายในระบบหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหารได้เป็นอย่างดี ส่วนเชื้อราในกลุ่มอื่นๆ เช่น *Colletotrichum coccodes*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* และ *F. o. radices - lycopersici* ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดว่าสามารถแพร่กระจายหรือติดต่อทางสารละลายได้หรือไม่

การป้องกันกำจัดโรคในระบบ Hydroponics

Miyake and Takahashi (1983) ได้ทำการปลูกแตงในระบบ Hydroponics ได้มีการนำ SiO_2 100 ppm. มาเติมลงในสารละลายธาตุอาหาร พบว่าต้นแตงเกือบทั้งหมดไม่แสดงอาการโรคกาแบ่งขาวเลย นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาถึงอิทธิพลของ Si ที่มีต่อโรครากเน่าอันเกิดจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ด้วย จากการทดลองพบว่า soluble Si ในรูปของ potassium silicate จะให้ผลดีเช่นเดียวกับ sodium silicate แต่ต้องระมัดระวังในการคำนวณสูตรสารละลายธาตุอาหารเพราะจะมี Na และ K เพิ่มขึ้น (กนิมนันต์ 2538)

Cherit and Balanger (1992) ได้ทดลองใช้ potassium silicate ที่ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm. เพื่อควบคุมเชื้อ *Pythium ultimum* ในระบบ Hydroponics พบว่า ที่ความเข้มข้นทั้ง 2 ระดับ จะมีผลทำให้ปริมาณรากที่ถูกทำลายน้อยลง เปอร์เซ็นต์การตายและความสูญเสียของผลผลิต เนื่องจากเชื้อดังกล่าวลดลง การใช้ potassium silicate ยังมีผลทำให้น้ำหนักแห้งของรากมากขึ้น จำนวนผลผลิตมากขึ้นและคุณภาพของผลผลิตดีกว่าด้วย

Goldberg et. al. (1992) ได้ทดสอบการใช้เครื่องกรองในการควบคุมโรครากเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Pythium* ในต้นแตงกว่าที่ปลูกในระบบ Hydroponics โดยการนำ suspension ที่มี zoospores ของเชื้อ *P. aphanidermatum* ใสลงไปในระบบ พบว่าต้นพืชที่ปลูกในสารละลายที่ไม่มีเครื่องกรองจะตาย 100% ภายใน 3 วัน ต้นพืชที่ปลูกในสารละลายที่ผ่านเครื่องกรองขนาด 20 ไมครอน จะมีชีวิตรอดจนถึงวันที่ 7 ในขณะที่ต้นพืชที่ปลูกในสารละลายที่ผ่านเครื่องกรองทั้งสองขนาดคือ 20 และ 70 ไมครอน ต้นพืชสามารถมีชีวิตรอดได้จนมาถึงวันที่ 14

Rakin and Pauliltz (1994) ได้ทดลองใช้แบคทีเรีย *Pseudomonas corrugata* (Isolate Pc. 13 และ Pc. 35) และ *Pseudomonas fluorescens* (Isolate Pf 15, pf 16 และ pf 27) ในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัด 98790 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมโรคจากเน่าของแตงกวาที่เกิดจากเชื้อ *Pythium ultimum* ในระบบ Hydroponics โดยการ
 ทำ suspension ของแบคทีเรีย 5 isolate ใส่ลงไปในระบบ Hydroponics ก่อนการ inoculate เชื้อ
P. ultimum เป็นเวลา 6 วัน พบว่า ต้นพืชที่ได้รับการ treat ด้วย Pc 13 Pf 15 และ Pf 27 มีอัตรา
 การเหี่ยวน้อยกว่าต้นแตงที่ treat Pc 13 และ Pf 15 จะให้ผลผลิตสูงกว่าต้นแตงที่ไม่ได้ treat ด้วย
 แบคทีเรียถึง 88 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการทดลองอีกครั้ง โดย treat ด้วยแบคทีเรีย 3 ครั้ง คือ ก่อนการ
 inoculate เชื้อ เป็นเวลา 1 สัปดาห์, ในขณะที่ inoculate เชื้อ และหลังจาก inoculate เชื้อ 1
 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าต้นแตงที่ treat ด้วยแบคทีเรีย จะให้ผลผลิตสูงกว่าที่ไม่ treat
 เกือบ 6 เท่าตัว เมื่อทำการตรวจนับปริมาณ zoospores ในสารละลายพบว่า มี zoospores
 ประมาณ 100-300 zoospores/ml. ในขณะที่สารละลายที่ใส่แบคทีเรีย suspension ไม่พบ
 zoospores เลย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานที่ทำการทดลอง : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

การศึกษาศักยภาพการปลูกผักกาดหอมในระบบ NFT ได้ดำเนินการทดลองซ้ำเป็น 2 การทดลอง
คือ

การทดลองที่ 1 ดำเนินการระหว่าง เดือน ธันวาคม 2539 ถึง กุมภาพันธ์ 2540

การทดลองที่ 2 ดำเนินการระหว่าง เดือน ตุลาคม 2540 ถึง ธันวาคม 2540

ซึ่งทั้ง 2 การทดลองมีรายละเอียดการดำเนินการที่เหมือนกันดังนี้คือ

1. อุปกรณ์

1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการปลูก

1.1.1 ถาดเพาะเมล็ด

1.1.2 กระดาษทิชชู

1.1.3 กระบอกฉีดน้ำ

1.1.4 เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม

1.1.5 กระถางปลูกพลาสติกขนาดเล็ก

1.1.6 rockwool

1.2 สารละลายธาตุอาหาร 2 สูตร

สูตร Coic-Lesaint (Coic-Lesaint, 1983)

สารละลาย A

น้ำหนักสารที่ใช้เตรียมสารละลาย 25 ลิตร

HNO_3 693 ml.

H_2PO_4 365 ml.

KNO_3 1,866.5 g.

MgSO_4 302 g.

NH_4MoO_4 (48%Mo) 0.25 g.

$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (23%Zn)

H_3BO_3 (17%B) 7.5 g.

$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (24%Mn) 17 g.

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (25%Cu) 1.25 g.

สารละลาย B

HNO_3 8.75 ml.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	2,146.5 ml.
Fe-EDTA (6%Fe)	100 g.

ใส่น้ำให้ครบ 25 ลิตร

การเตรียมสารละลาย A

- นำจุลธาตุต่างๆ ได้แก่ NH_4MoO_4 , H_3BO_3 , $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ และ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ผสมให้เข้ากันในน้ำจำนวน 10 ลิตร
- เติม HNO_3 , H_2PO_4 , KNO_3 และ MgSO_4 ผสมให้เข้ากัน
- เติมน้ำให้ครบ 25 ลิตร

การเตรียมสารละลาย B

- เตรียมสารละลาย $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ โดยใช้ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ละลายในน้ำก่อน 5 ลิตร จากนั้นกรองเอาไขที่ลอยอยู่เหนือสารละลายออก
- เติมกรด HNO_3
- เติม Fe-EDTA ที่ละลายน้ำก่อน 8 ลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วเติมน้ำให้ครบ 25 ลิตร

สูตร Benoit (Benoit, 1992)

สารละลาย A น้ำหนักสารที่ใช้เตรียมสารละลาย 25 ลิตร

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (15% N)	1,675 g.
KNO_3 (15% N)	740 g.
Fe-DTPA (6%Fe)	135 g.

สารละลาย B

KNO_3 (35% N)	442.5 g.
KPO_4 (14%N)	740 g.
MgSO_4 (16.2% MgO)	400 g.
H_3BO_3 (11.3%BO)	7.125 g.
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (23%Zn)	2.87 g.
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (32% Mn)	4.25 g.
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (25% Cu)	0.45 g.
NaMoO_3 (40% Mo)	0.8 g.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมสารละลาย A

1. เติมสาร $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ โดยละลายในน้ำก่อนจำนวน 5 ลิตร จากนั้นกรองเอาไขที่ลอยอยู่เหนือสารละลายออก
2. เติม KNO_3 แล้วคนให้เข้ากัน
3. เติมน้ำให้ครบ 25 ลิตร

การเตรียมสารละลาย B

1. นำจุลธาตุต่างๆ ได้แก่ NaMoO_4 , H_3BO_3 , $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ และ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ผสมให้เข้ากันในน้ำจำนวน 10 ลิตร
2. เติม HNO_3 , H_2PO_4 , KNO_3 และ MgSO_4 ผสมให้เข้ากัน
3. เติมน้ำให้ครบ 25 ลิตร

1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการจ่ายสารละลายธาตุอาหาร

1.3.1 ถังน้ำขนาด 50 มล. จำนวน 2 ถัง

1.3.2 บีมน้ำ

1.3.3 เครื่องวัดความเข้มของสารละลาย (EC-meter)

1.3.4 เครื่องวัดสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH-meter)

1.3.5 Electrical timer

1.3.6 Electronic interrupter

1.3.7 แผ่นโฟมปิดราง

1.4 อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลทางสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน

1.4.1 เทอร์โมมิเตอร์

1.4.2 เครื่องวัดความเข้มแสง

1.4.3 เครื่องวัดความชื้นและอุณหภูมิ

1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาทางด้านโรคพืช

1.5.1 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ทางด้านโรคพืช

1.5.2 อาหารสำหรับแยกเชื้อราพวก BNPR+ CMA+ rose bengal

1.5.3 อาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

2. วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 2 กรรมวิธี แต่ละกรรมวิธีมี 30 ซ้ำ

2.1 การศึกษาศักยภาพการปลูกผักกาดหอมในระบบ NFT

2.1.1 การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ในการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชจะใช้ในปริมาณตามข้อที่ 1.2 โดยจะทำการเตรียมครั้งละ 50 ลิตร ซึ่งในการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชโดยทั่วไปจะต้องเตรียมจากน้ำที่ค่อนข้างบริสุทธิ์มีสารต่างๆ ละลายเจือปนอยู่น้อย เช่น น้ำฝน น้ำกรอง แต่ในการทดลองนี้จำเป็นต้องใช้น้ำจากท้องถิ่นคือ น้ำประปา ซึ่งค่อนข้างจะมีสิ่งเจือปนอยู่บ้างเราจึงต้องทำการคำนวณปริมาณสารอาหารและกรดที่จะใส่น้ำให้ได้ เพื่อเพิ่มเติมธาตุอาหาร ในการทดลองนี้จะทำการวัดค่า pH และค่า EC ของสารละลายทุกๆ สัปดาห์ เมื่อ pH ของสารละลายเพิ่มขึ้นจะทำการเติมกรดในตริก ลงไปปรับ pH ให้ได้ 5.5-6 และปรับค่า EC ให้ได้ประมาณ 2 mS/cm ให้ทำการเติมสารละลายเข้มข้นหรือ เติมน้ำตามลำดับ และจะทำการเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารใหม่ทุกๆ สัปดาห์

2.1.2 การเตรียมระบบปลูก

นำท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ยาว 4 เมตร มาผ่าด้านข้างออกเพื่อใช้เป็นรางในการปลูกต้นพืช จำนวน 4 ราง จากนั้นทำการสร้างรางโดยใช้ประกอบเป็นรางปลูกพืช ใช้ระยะปลูกของแต่ละกระถางห่างกัน 15 ซม. ซึ่งจะได้ 15 กระถางต่อราง ด้านบนของรางจะปิดทับด้วยโฟมซึ่งจะเจาะรูตามระยะปลูกที่กำหนดสำหรับให้พืชเจริญเติบโตขึ้น ลักษณะของรางควรจะต้องมีความลาดเอียง 2 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้สารละลายไหลลงสู่รางได้สะดวก ใช้ท่อ PVC มาทำเป็นรางรองรับสารละลายที่ไหลผ่านจากระบบกลับมาสู่ถังเก็บสารละลาย ใช้สายยางสีดำต่อเป็นท่อเพื่อให้สารละลายไหลสู่รางเป็นระบบ มีการต่อระบบเข้ากับ timer เพื่อตั้งเวลาโดยให้สารละลาย 5 นาที สลับกับหยุด 4 นาที (รูปที่ 1, 2, 3)

หมายเหตุ ในการทดลองที่ 2 จะมีการติดตั้งหลอดไฟเหนือระบบปลูกเพื่อเพิ่มความสว่างให้การระบบ

2.1.3 การเตรียมและย้ายต้นกล้าผักกาดหอม

ทำการเพาะเมล็ดผักกาดหอมลงบนกระดาษทิชชูที่ชุ่มพอสมควรในถาดเพาะเมล็ด รดน้ำให้ชุ่ม แต่ระวังอย่าให้แฉะ(เพราะเมล็ดผักกาดหอมจะเน่าได้ง่าย) ประมาณ 2-3 วัน เมล็ดจะงอกรากก็ให้ใช้คัตเตอร์ตัดที่งอกวางลงบนก้อน rockwool ที่บรรจุอยู่ในกระถางพลาสติกเล็กๆ (ขนาด rockwool นั้นจะใช้ขนาดที่พอเหมาะกับกระถางพลาสติก) และทำการรดน้ำให้ rockwool ชุ่มน้ำพอประมาณ ทั้งช่วงเช้าและเย็น จนกระทั่งต้นกล้าเริ่มแตกใบเลี้ยง จึงเปลี่ยนมารดด้วยสารละลายธาตุอาหารที่เตรียมไว้ที่มีค่า EC ประมาณ 0.8-1 mS/cm. ประมาณ 3 วัน โดยวางถาดเพาะไว้ในที่มีแสงส่องถึง จากนั้นจึงเปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายให้มีค่า EC 1.5 mS/cm รดต้นกล้าไปเรื่อยๆ จนกระทั่งแตกใบจริง จึงย้ายต้นกล้าลงปลูกในระบบ NFT โดยให้สารละลายธาตุอาหารมีค่าความเข้มข้น เท่ากับ 2 mS/cm เป็นเวลา 1 เดือนหลังจากนั้นให้เพิ่มค่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุ

อาหาร เป็น 3 mS/cm และให้ค่า pH ของสารละลายธาตุอาหารเท่ากับ 5.5-6 เติมนวลลดระยะเวลาที่ทำการปลูก (รูปที่ 4)

2.1.4 การดูแลรักษาระหว่างการปลูก

ตรวจปริมาณสารละลายธาตุอาหารทุกๆ 2-3 วัน เมื่อพบว่าปริมาณลดลงจากระดับที่กำหนด ให้เติมสารละลายเข้มข้นและน้ำ เติมนลงไปพร้อมทั้งปรับค่า pH ให้ได้เท่ากับ 5.5-6 และค่า EC. เท่ากับ 2 mS/cm และเมื่อต้นพืชมีอายุการเจริญเติบโตได้ประมาณ 1 เดือน ให้ปรับค่า EC เป็น 3 mS/cm ตรวจโรคและแมลง ถ้าพบระบาดมากให้ใช้สารเคมีกำจัด ตรวจสอบอุปกรณ์การทำงานอย่างสม่ำเสมอและเมื่อต้นเริ่มแตกทรงพุ่มต้องมีการนำเชือกมาซึ่งลำต้น เมื่อพวงลำต้นเนื่องจากผักกาดหอมมีทรงพุ่มที่ใหญ่ เก็บผลผลิตเมื่อมีอายุได้ 40-50 วัน หลังจากเพาะเมล็ด

2.2 การศึกษาทางด้านโรคพืชผักกาดหอมในระบบ NFT

2.2.1 การแยกเชื้อจากสารละลายธาตุอาหารพืช

โดยทำการเก็บตัวอย่างสารละลายธาตุอาหารพืชจากถังสารละลาย ในการเก็บตัวอย่างสารละลายนั้นทำการเก็บจากสารละลายที่เตรียมขึ้นใหม่ๆ ก่อนที่จะมีการจ่ายสารละลาย (solution inlet) และเก็บจากตัวอย่างสารละลายธาตุอาหารที่ผ่านการให้แก่พืชมาแล้ว 1 สัปดาห์ (solution outlet) เป็นประจำทุกๆ สัปดาห์ มาทำการแยกเชื้อโดยวิธี pour plate technique และ baiting technique (รูปที่ 5)

Pour plate technique : ทำการปิเปตตัวอย่างสารละลายธาตุอาหารที่เก็บมาปริมาณ 1 มิลลิลิตร ลงใน plate ที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นเทอาหาร CMA ลงไปและทำการ spread plate นำไปบ่มในที่มืด ตรวจสอบการเจริญของเชื้อภายใน 48 ชั่วโมง และทำการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ โดยอาหารที่ใช้ทำ pour plate technique คือ

CMA + BNPR + Rb (จิบเรซ และคณะ, 2534)

อาหาร com meal agar	+	Bennomyl	10 ppm.
		Nystatin	25 ppm.
		PCNB	25 ppm.
		Rifampicin	10 ppm.
		Ampicillin	500 ppm.
		Rose bengal	5 mg.

Baiting technique : โดยทำการคืบเมล็ดแตงกวาจำนวน 10 เมล็ด ลงใน plate ที่อบฆ่าเชื้อแล้ว ใช้ปิเปตดูดสารละลายธาตุอาหารที่เก็บตัวอย่างมาได้ปริมาณ 10 มล. ลงใน plate ที่ใส่เมล็ดแตงกวาเอาไว้แล้วทิ้งเอาไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดแตงกวาที่ผ่านการล่อเชื้อแล้ว มาล้างเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สรงไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วจำนวน 3 ครั้ง และรับเมล็ดให้แห้งก่อนนำไปวางบนอาหาร CMA เช่นเดียวกับการทำ pour plate technique นำ plate บ่มไว้ที่มีด แล้วทำการตรวจสอบเชื้อภายใน 2 วัน

ในการตรวจสอบเชื้อจากทั้ง 2 วิธีนี้จะตรวจนับเชื้อว่ามีปริมาณและความถี่มากน้อยเพียงใดที่พบในแต่ละวิธี

2.2.2 การแยกเชื้อจากส่วนของพืชที่เป็นโรค

ทำการแยกเชื้อโดยวิธี Tissue transplanting โดยการตัดชิ้นส่วนของพืชที่แสดงอาการเป็นโรคต่อกับส่วนที่ไม่เป็นโรคนาขนาดประมาณ 1 ตารางเซนติเมตร แช่ใน clorox 10% นาน 20 วินาที เพื่อฆ่าเชื้อที่ผิวของลำต้น clorox ออกด้วยน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว 2 - 3 ครั้งแล้วรับให้แห้งนำมาวางบนอาหาร Water agar (WA) และวางบน CMA + (Rb) + BNPRa บ่มเชื้อไว้ 2 วัน เมื่อเชื้อเจริญทำการตัดชิ้นส่วนของเชื้อไปวางบนอาหาร PDA พร้อมทั้งจำแนกเชื้อต่อไป

2.3 ข้อมูลที่บันทึก

2.3.1 ข้อมูลทางด้านสภาพแวดล้อม (รูปที่ 6)

2.3.1.1 ปริมาณความชื้นแสง

ทำการเก็บข้อมูลของความชื้นแสงสัปดาห์ละ 6 วัน (จันทร์ - เสาร์) ในบริเวณโรงเรือนและภายนอกโรงเรือน โดยตำแหน่งที่ทำการวัดความชื้นแสงภายในโรงเรือนนั้นจะทำการวัดบริเวณต้นวาง และบริเวณปลายวาง เพื่อเปรียบเทียบกับความชื้นแสงภายนอกโรงเรือน โดยทำการวัดวันละ 3 เวลา ได้แก่ 8.30 - 9.30 , 12.30 - 13.30 และ 15.30 - 16.30 น. แล้วหาค่าเฉลี่ยของแต่ละสัปดาห์เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชทั้ง 2 ช่วงของภาคทดลอง

2.3.1.2 อุณหภูมิภายในโรงเรือน

ทำการเก็บข้อมูลของอุณหภูมิภายในโรงเรือน โดยจะทำการเก็บในวันและเวลาเดียวกับที่ทำการวัดความชื้นแสง ในการเก็บข้อมูลนั้นจะทำการวัดอุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุดอุณหภูมิภายในโรงเรือนแล้วหาค่าเฉลี่ยเพื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน

2.3.1.3 อุณหภูมิของสารละลาย

ทำการเก็บข้อมูลของอุณหภูมิสารละลายโดยจะทำการเก็บในวันและเวลาเดียวกับที่ทำการวัดความชื้นแสง ในการเก็บข้อมูลนั้นจะทำการวัดอุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุดของสารละลายธาตุอาหารและหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละสัปดาห์

2.3.1.4 ความชื้นสัมพัทธ์

ทำการเก็บข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์แล โดยจะทำการเก็บข้อมูลในวันและเวลาเดียวกับการเก็บข้อมูลของอุณหภูมิและความเข้มแสง เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความชื้นสัมพัทธ์ คือ Hygro-thermometer และหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละสัปดาห์

2.3.2 ข้อมูลทางด้านการเจริญเติบโตของพืช

2.3.2.1 ความสูง

ทำการวัดทุกๆ สัปดาห์ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง จะทำการวัดทั้ง 30 replication แล้วหาค่าเฉลี่ยในแต่ละ treatment

2.3.2.2 จำนวนใบ

ทำการนับทุกๆ สัปดาห์ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง โคนเริ่มนับใบจริงใบแรกที่แตกออกมาหลังจากมีใบเลี้ยง 2 ใบ ทำการวัดทุก replication ในแต่ละกรรมวิธี แล้วหาค่าเฉลี่ยของจำนวนใบในแต่ละสัปดาห์

2.3.2.3 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง

ทำการชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง(ทำการอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส)หลังจากสิ้นสุดการทดลอง โดยจะชั่งทั้งลำต้นและใบจะทำการชั่งทุก replication รวมกันในแต่ละ treatment แล้วหาค่าเฉลี่ยทั้งหมด

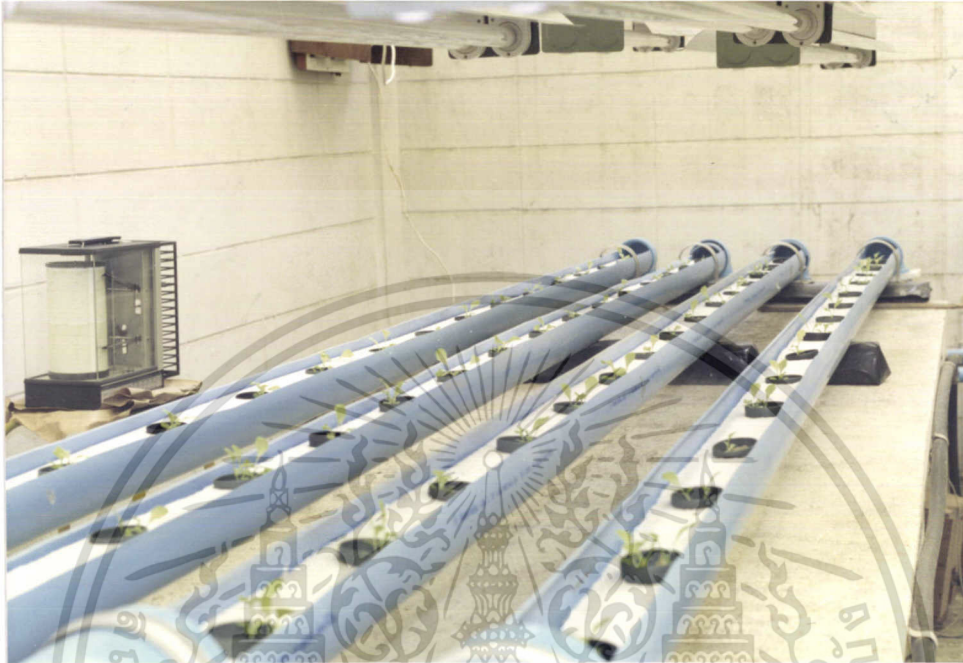
2.3.3 ข้อมูลทางด้านโรค

2.3.3.1 ปริมาณและความถี่ของเชื้อที่ตรวจพบ

ทำการบันทึกข้อมูลจากการทำ วิธี pour plate technique ในแต่ละสัปดาห์ตลอดการทดลอง ซึ่งนำ solution inlet และ solution outlet มาอย่างละ 5 replication ทำการตรวจนับปริมาณเชื้อ แล้วหาค่าเฉลี่ยในแต่ละสัปดาห์ โดยการนับจำนวนโคโลนีที่ตรวจพบในหน่วย CFU/ml. ส่วนในวิธี Baiting technique ปริมาณเชื้อที่ตรวจพบจะมีปริมาณสูง เนื่องจากมีการนำเมล็ดแมลงภู่มาก่อนในสารละลายธาตุอาหารพืชปริมาณ 10 ml. มาก่อน ดังนั้นเมื่อได้ค่าเฉลี่ยที่ต้องการจะต้องทำการหารด้วย 10 เพื่อให้ได้หน่วยเป็น CFU/ml.

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's Multiple Range Test (DMRT)



รูปที่ 1. ลักษณะรางปลุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

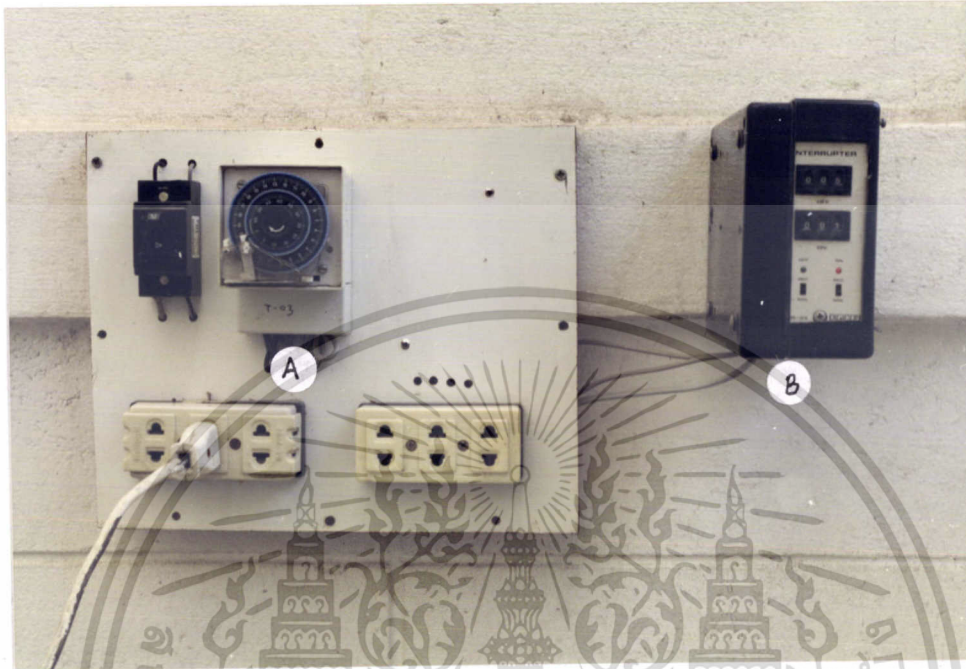


รูปที่ 2. อุปกรณ์ที่ใช้เตรียมในการปลูก

A. กระจกปลูกที่บรรจุด้วย rockwool

B. แผ่นโฟมที่ตัดเป็นวงกลมมีขนาดพอดีกับกระจก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

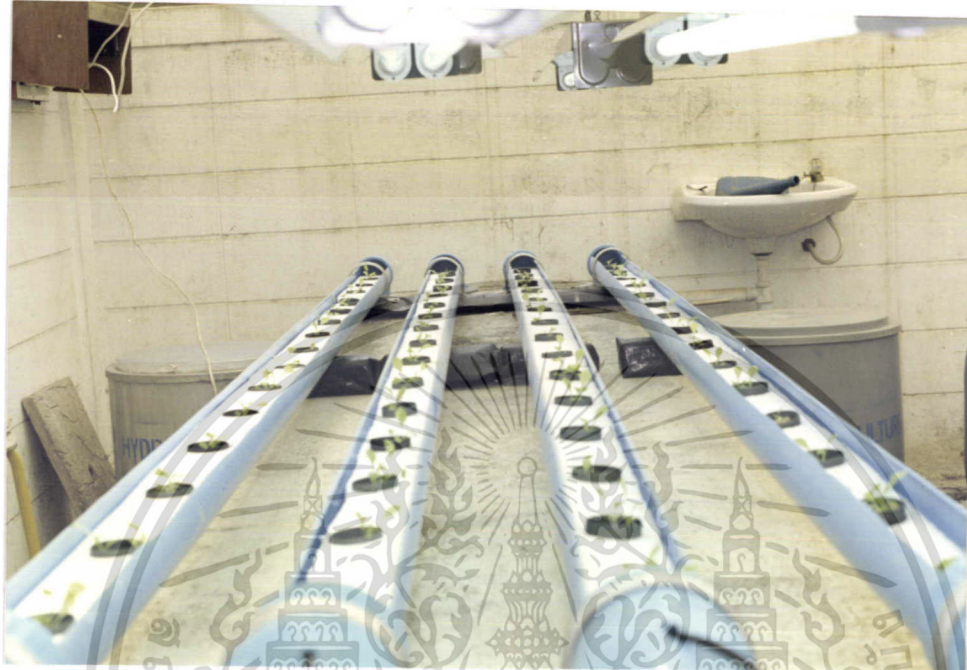


รูปที่ 3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการตั้งเวลา

A. เครื่องตั้งเวลา (Timer)

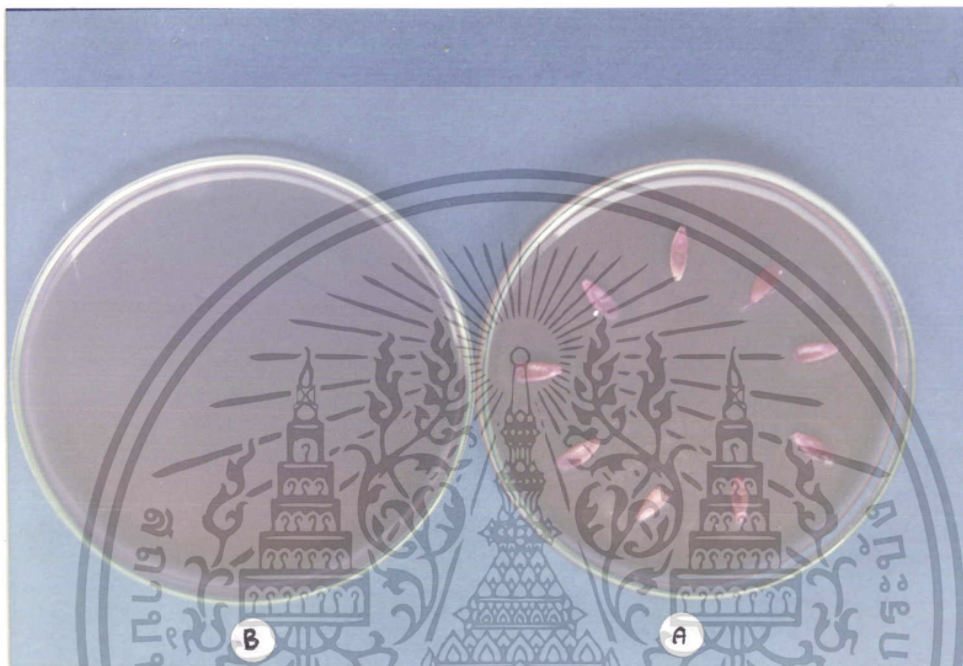
B. Interrupter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4. การย้ายต้นนักกาดหอมที่มีอายุ 3 สัปดาห์ลงระบบปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

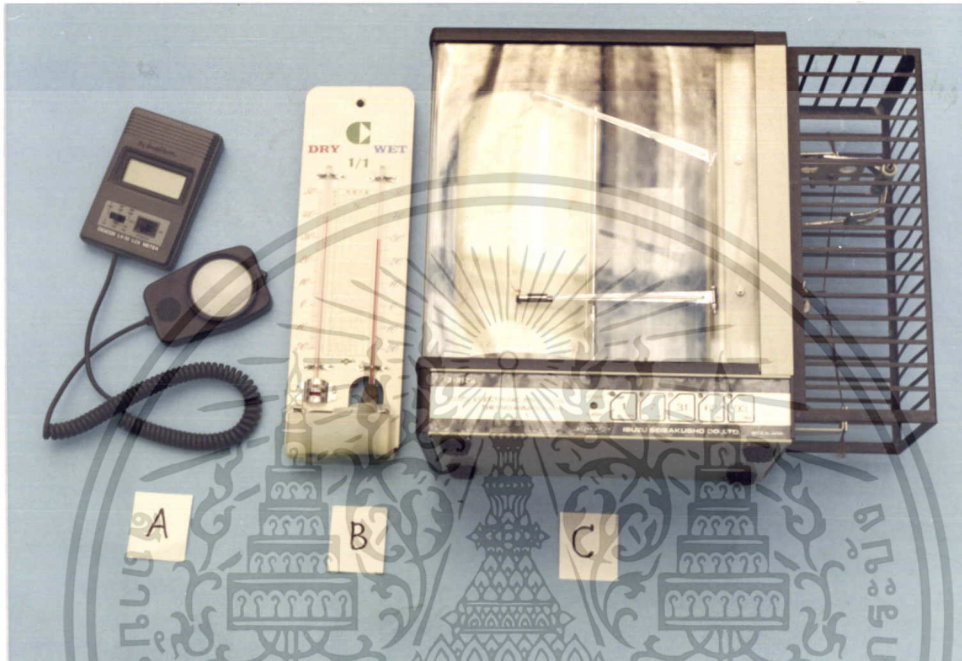


รูปที่ 5. การแยกเชื้อรา *Pythium* spp. จากสารละลายธาตุอาหาร

A. วิธี Baiting technique

B. วิธี Pour plate technique

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

- A. เครื่องวัดความเข้มแสง (lux-meter)
- B. เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์
- C. เครื่องบันทึกความชื้นและอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 (ธันวาคม 2539 ถึง กุมภาพันธ์ 2450)

1.การศึกษาศักยภาพของปลู๊กผักกาดหอมในระบบ NFT

การศึกษาถึงศักยภาพของการปลู๊กผักกาดหอมในระบบ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 2 สูตร และทำการวัดการเจริญเติบโตของผักกาดหอม ซึ่งมีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการเจริญเติบโตทุกๆ สัปดาห์ตลอดที่ทำการทดลอง โดยจะทำการวัดการเจริญเติบโตทางด้าน ความสูง จำนวนใบ รวมทั้งทำการชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นด้วย เพื่อเป็นการเปรียบเทียบดูว่า กรรมวิธีใดจะมีผลทำให้ต้นผักกาดหอมมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่ากัน ซึ่งจากการทดลองพบว่า ต้นผักกาดหอมเมื่อมีอายุ 9 สัปดาห์ (ซึ่งเป็นสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บข้อมูล) จะมีการเจริญเติบโตที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเลยทั้ง 2 กรรมวิธี ไม่ว่าจะเป็น ความสูง จำนวนใบ รวมทั้ง น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น ซึ่งจากการที่ไม่มีความแตกต่างกันทางด้าน ความสูง และจำนวนใบนี้จะพบได้ตั้งแต่สัปดาห์แรกที่เริ่มทำการปลู๊กไปจนถึงสัปดาห์ที่ทำการเก็บเกี่ยว (ตารางผนวกที่ 1) โดยในกรรมวิธีที่ 1 ต้นผักกาดหอมมีความสูง เท่ากับ 14.53 กรัม/ต้น มีจำนวนใบประมาณ 5-6 ใบ/ต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น เท่ากับ 10.54 และ 1.103 กรัม ตามลำดับ ส่วนในกรรมวิธีที่ 2 ต้นผักกาดหอมมีความสูง เท่ากับ 15.42 กรัม/ต้น มีจำนวนใบประมาณ 5-6 ใบ/ต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเท่ากับ 11.41 และ 1.102 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1 รูปที่ 7)

2.การศึกษาโรคพืชผักกาดหอมที่ปลู๊กในระบบ NFT

ตลอดระยะเวลา 9 สัปดาห์ที่ทำการปลู๊กผักกาดหอมฯ ไม่แสดงอาการของโรคให้เห็นถึงแม้ว่าจะทำการเก็บตัวอย่างน้ำและสารละลายธาตุอาหารพืชมาทำการแยกเชื้อ โดยวิธี Pour plate technique และวิธี Baiting technique สามารถตรวจพบเชื้อ *Pythium* spp. (รูปที่ 8) จากตารางที่ 2 พบว่าปริมาณเชื้อ *Pythium* spp. ในน้ำมีปริมาณ 1.42 CFU/มล. ของ treatment ที่ 1 โดยเฉลี่ยในสารละลายที่ให้ (solution inlet) และระบายออก (solution outlet) มีปริมาณเท่ากับ 49.14 และ 53.42 CFU/100 มล. ตามลำดับ ส่วนใน treatment ที่ 2 ปริมาณเชื้อ *Pythium* spp. โดยเฉลี่ย ที่ตรวจพบในสารละลายที่ให้ (solution inlet) และระบายออก (solution outlet) มีปริมาณเท่ากับ 51.28 และ 55.85 CFU/100 มล. ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเชื้อ *Pythium* spp. สามารถถูกตรวจพบจากสารละลายที่ระบายออก (solution outlet) ได้ในปริมาณที่มากกว่าสารละลายที่ให้ (solution inlet) สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าจะมีการสะสมปริมาณเชื้อให้เป็นจำนวนมากเนื่องจากการปลู๊กผักกาดหอมติดต่อกันเป็นเวลานานอีกทั้งยังมีการหมุนเวียนของสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลายธาตุอาหารที่ขุดตลอดเวลาจึงทำให้ปริมาณเชื้อ *Pythium* spp.เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตารางที่ 1 ความสูง จำนวนใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบ NFT ในสัปดาห์ที่ 9 ของการทดลองที่ 1 (ธันวาคม 2539 ถึง กุมภาพันธ์ 2540)

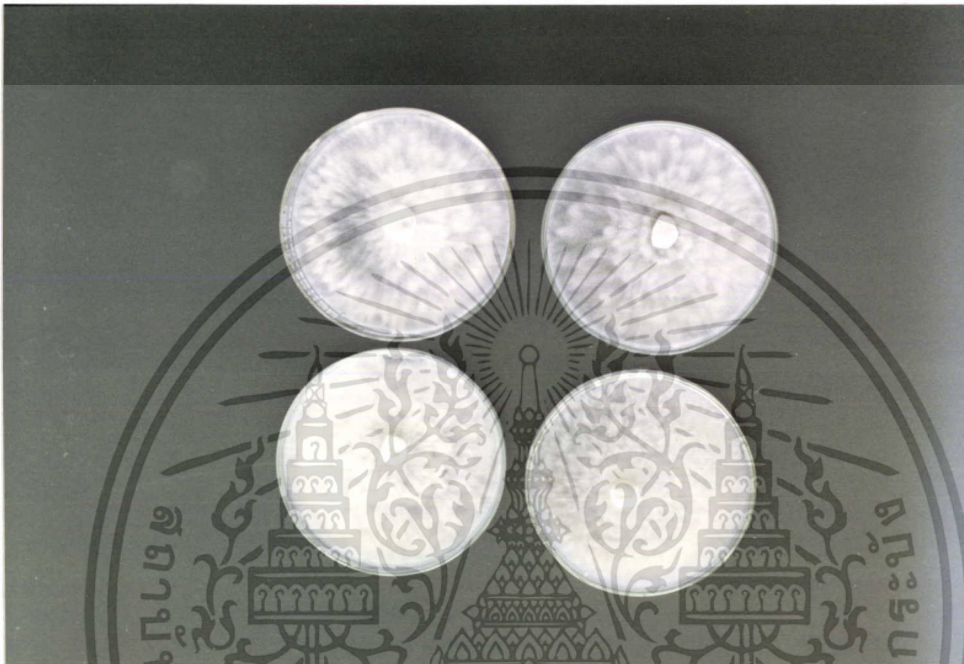
กรรมวิธีที่	ความสูง (ซม.)	จำนวนใบ (ใบ)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
1	14.53a	5.67a	10.54a	1.103 ^u
2	15.42a	5.71a	11.41a	1.102a
เฉลี่ย	14.97	5.69	10.98	1.1025

^u ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ treatment mean แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.01



รูปที่ 7. ต้นผักกาดหอมในการทดลองที่ 1 เมื่อมีอายุได้ 7 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8. เชื้อ *Pythium* spp. ที่แยกได้จากสารละลายธาตุอาหารทั้ง 2 กรัมวิธี
 ตลกดระยะเวลาการทดลองที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2. ปริมาณเชื้อ *Pythium* spp. ที่ตรวจพบในแต่ละสัปดาห์ของการปลูกผักกาดหอม ในระบบ NFT ในการทดลองที่ 1 (ธันวาคม 2539 ถึง กุมภาพันธ์ 2540)

สัปดาห์ที่	ปริมาณเชื้อ <i>Pythium</i> spp. ที่ตรวจพบ (CFU/100 ml)				
	น้ำ	กรรมวิธีที่ 1		กรรมวิธีที่ 2	
		ที่ให้	ระบายออก	ที่ให้	ระบายออก
3	0	20	14	22	26
4	4	27	24	36	38
5	2	36	28	39	40
6	2	44	58	48	49
7	2	60	70	55	60
8	0	77	88	77	88
9	0	80	92	82	90
เฉลี่ย	1.42	49.14	53.42	51.28	55.85

3. ข้อมูลที่บันทึก

การศึกษาการปลูกผักกาดหอมในระบบ NFT นั้น นอกจากเราจะทำการศึกษาถึงศักยภาพและความเป็นไปได้ในการเจริญเติบโตของผักกาดหอมแล้ว ยังทำการบันทึกข้อมูลทางด้านสภาพแวดล้อมต่างๆ ภายในโรงเรือนอีกด้วย ซึ่งข้อมูลที่ทำการเก็บคือค่าของ ความเข้มแสง อุณหภูมิภายในโรงเรือน อุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหาร และความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน การที่ต้องมีการเก็บค่าต่างๆ เหล่านี้เพื่อเป็นการศึกษาว่า ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมในการปลูกจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมมากน้อยเพียงไร ตลอดที่ทำการทดลองพบว่า ภายในโรงเรือนมีความเข้มแสงต่ำสุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 398 lux และสูงสุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 619 lux อุณหภูมิต่ำสุด เท่ากับ 25.85 องศาเซลเซียส และเฉลี่ยต่ำสุด 30.57 องศาเซลเซียส และความ

ขึ้นสัมพัทธ์มีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 68.51 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 92.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารพืชตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลองมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 24.28 องศาเซลเซียส และเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 29.85 องศาเซลเซียส (ตารางผนวกที่ 2, 3, 4)

การทดลองที่ 2 (ตุลาคม 2540 ถึง ธันวาคม 2540)

1. การศึกษาศักยภาพการปลูกผักกาดหอมในระบบ NFT

การศึกษาศักยภาพในการปลูกผักกาดหอมในระบบ NFT โดยใช้สารละลายธาตุอาหาร 2 สูตร ซึ่งของการทดลองที่ 2 นี้ ก็จะกระทำในทำนองเดียวกับการทดลองที่ 1 แต่จากการทดลองที่ 2 นี้จะมีการติดตั้งหลอดไฟเหนือระบบปลูกเพื่อเพิ่มความสว่าง ซึ่งพบว่า การเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่ทำการปลูกในกรรมวิธีทั้ง 2 จะมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่ว่าจะเป็นการเจริญเติบโตทางด้าน ความสูง จำนวนใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น ซึ่งจากความแตกต่างกันทางด้าน ความสูง และจำนวนใบนี้จะพบได้ตั้งแต่สัปดาห์แรกที่เริ่มทำการปลูกไปจนกระทั่งสัปดาห์ที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต จากการทดลองพบว่าความสูงของต้นผักกาดหอมเมื่ออายุ 9 สัปดาห์ (ซึ่งเป็นสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บข้อมูล) ที่ปลูกในกรรมวิธีที่ 1 มีความสูงเท่ากับ 31.75 ซม./ต้น จำนวนใบประมาณ 5-6 ใบ/ต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น เท่ากับ 13.653 และ 2.207 กรัม ตามลำดับ ส่วนในกรรมวิธีที่ 2 ต้นผักกาดหอมมีความสูง เท่ากับ 36.63 ซม./ต้น มีจำนวนใบ 8-9 ใบต่อต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น เท่ากับ 24.41 และ 3.850 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 3 รูปที่ 9, 10) แต่ในสัปดาห์ที่ 7 ความสูงของต้นผักกาดหอมของทั้ง 2 กรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากว่าในสัปดาห์ที่ 7 นี้ มีความขัดข้องทางด้านระบบไฟฟ้าที่ควบคุมระบบการจ่ายสารละลายธาตุอาหารไปยังต้นผักกาดหอม ส่งผลให้ต้นผักกาดหอมเกิดอาการเหี่ยวทั้งระบบ(รูปที่ 11) จึงทำให้ความสูงของต้นผักกาดหอมของทั้ง 2 กรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก (ตารางผนวกที่ 6)

2. การศึกษาโรคพืชผักกาดหอมที่ปลูกในระบบ NFT

ผลที่จากการศึกษาทางด้านโรคพืชในการทดลองที่ 2 นี้ก็จะไม่พบต้นที่เป็นโรคเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 *Pythium* spp. ที่แยกได้จะมีลักษณะแตกต่างจากการทดลองที่ 1 (รูปที่ 12) จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าปริมาณ เชื้อ *Pythium* spp. ที่แยกได้จากน้ำจะมีปริมาณเท่ากับ 5.5 CFU/มล. และจากวิธี Baiting technique และ Pour plate technique จะเป็นไปในทำนองเดียวกับการทดลองที่ 1 คือ จะมีปริมาณของเชื้อที่ไม่แตกต่างกันมากนักถึงแม้ว่าจะทำการแยกเชื้อจากคนละฤดูกาลก็ตาม ซึ่งกรรมวิธีที่ 1 ปริมาณเชื้อ *Pythium* spp. โดยเฉลี่ย ที่ตรวจพบในสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ให้ (solution inlet) และระบายออก (solution outlet) เท่ากับ 38.14 และ 43.14 CFU/100 มล.. ตามลำดับ ส่วนใน กรรมวิธี ที่ 2 ปริมาณเชื้อ *Pythium* spp. โดยเฉลี่ย ที่ตรวจพบในสารละลายที่ให้ (solution inlet) และระบายออก (solution outlet) มีปริมาณเท่ากับ 31.57 และ 43 CFU/100 มล. ตามลำดับ

3. การศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน

การศึกษปัจจัยสภาพแวดล้อมต่างภายในโรงเรือนของการทดลองที่ 2 ก็จะกระทำในทำนองเดียวกับการทดลองที่ 1 แต่จะต่างกันตรงที่ ในการทดลองที่ 2 นี้ จะมีการเพิ่มปริมาณแสงให้มากขึ้นกว่าการทดลองที่ 1 โดยทำการติดตั้งระบบไฟเหนือบริเวณที่ทำการปลูกพืชตลอดที่ทำการทดลอง จึงทำให้การทดลองที่ 2 นี้มีความเข้มแสงที่มากกว่าการทดลองที่ 1 ซึ่งพบว่า ภายในโรงเรือนมีความเข้มแสงต่ำสุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 4,705 lux และสูงสุดโดยเฉลี่ย เท่ากับ 5,580 lux มีอุณหภูมิภายในโรงเรือนมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 28 องศาเซลเซียส และเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 30.48 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนมีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 61.4 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 95.3 เปอร์เซ็นต์ และ อุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารพืชมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 28.71 องศาเซลเซียส และเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 31.61 องศาเซลเซียส (ตารางผนวกที่ 7, 8, 9)

ตารางที่ 3. ความสูง จำนวนใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบ NFT ในสัปดาห์ที่ 9 ของการทดลองที่ 2 (ตุลาคม 2540 ถึง ธันวาคม 2540)

กรรมวิธี ที่	ความสูง (ซม.)	จำนวนใบ (ใบ)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
1	31.75b	4.54b	13.653b	2.207b ^{1/}
2	36.63a	6.34a	24.410a	3.850a
เฉลี่ย	34.19	5.44	19.031	3.035

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ treatment mean แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.01



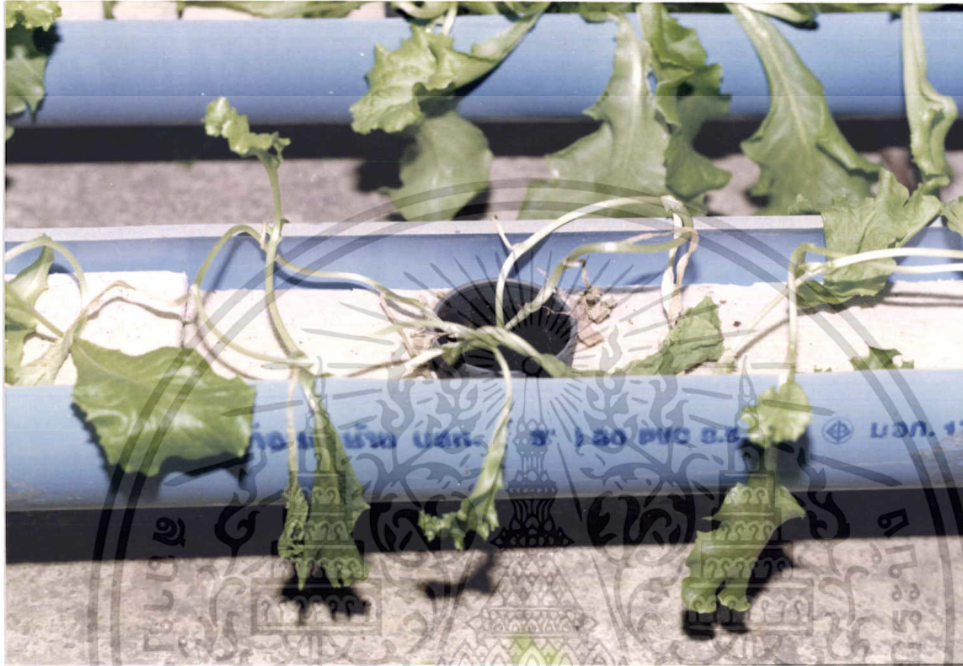
รูปที่ 9. ต้นผักกาดหอมในการทดลองที่ 2 เมื่อมีอายุได้ 7 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10. ต้นผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร 2 สูตร ได้แก่ สูตร Coic- Lesaint และ Benoit เมื่อมีอายุได้ 9 สัปดาห์ ในการทดลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11. ลักษณะต้นผักกาดหอมที่แสดงอาการเหี่ยวหลังระบบกระแสไฟฟ้า
ขัดข้อง ทำให้ระบบจ่ายสารละลายธาตุอาหารหยุดทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4. ปริมาณเชื้อ *Pythium* spp. ที่ตรวจพบในแต่ละสัปดาห์ของปลูกกาดหอมในระบบ NFT ในการทดลองที่ 2 (ตุลาคม 2540 ถึง ธันวาคม 2540)

สัปดาห์ที่	ปริมาณเชื้อ <i>Pythium</i> spp. ที่ตรวจพบ (CFU/100 มล.)				
	น้ำ	กรรมวิธีที่ 1		กรรมวิธีที่ 2	
		ที่ให้	ระบายออก	ที่ให้	ระบายออก
3	0	4	6	2	8
4	0	18	22	6	22
5	2	24	26	14	36
6	4	42	52	34	48
7	2	54	60	49	54
8	8	59	66	44	53
9	8	66	70	72	80
เฉลี่ย	5.50	38.14	43.14	31.57	43.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 12. เชื้อ *Pythium* spp. ที่แยกได้จากสารละลายธาตุอาหารทั้ง 2 กรรมวิธี
ตลอดระยะเวลาการทดลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองสรุป ได้ว่าปัจจัยทางสภาพแวดล้อมต่างๆ ภายในโรงเรือนที่ได้ทำการศึกษาควบคู่กับการปลูกต้นผักกาดหอมในระบบ NFT ตลอดที่ทำการทดลองทั้ง 2 การทดลอง พบว่าปัจจัยทางด้านอุณหภูมิของภายในโรงเรือน อุณหภูมิของสารละลาย และความชื้นสัมพัทธ์ มีค่าที่ใกล้เคียงกันทั้ง 2 การทดลอง แต่ที่มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดก็คือ ปัจจัยทางด้านความเข้มแสง (รูปที่13) กล่าวคือ ในการทดลองที่ 2 มีปริมาณความเข้มแสงที่มากกว่าในการทดลองที่ 1 ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากได้มีการติดตั้งหลอดไฟเพื่อเพิ่มความเข้มแสงให้กับต้นผักกาดหอมเหนือระบบปลูก ซึ่งหลังจากได้ทำการติดตั้งหลอดไฟไปแล้ว ได้เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมทั้ง 2 การทดลองพบว่า การเจริญเติบโตของผักกาดหอมในการทดลองที่ 2 ไม่ว่าจะเป็น ความสูง จำนวนใบ รวมทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น ที่ทำการปลูกสารละลายสูตร Benoit มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าปลูกในสารละลายสูตร Coic-Lesaint โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่14, 15) ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าความเข้มแสงช่วยกระตุ้นให้ผักกาดหอมมีประสิทธิภาพในการดูดสารละลายธาตุอาหารได้ดียิ่งขึ้น จึงทำให้การเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตร Benoit มีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าสารละลายธาตุอาหารสูตร Coic-Lesaint

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณสารต่างๆ ที่ใช้ในการเตรียมสารละลายธาตุอาหารของแต่ละสูตรแล้ว พบว่า ปริมาณสารต่างๆ ที่ใช้ในการเตรียมสารละลายธาตุอาหารสูตร Benoit มีปริมาณสารที่ใช้เตรียมในปริมาณที่กว่าสูตร Coic-Lesaint ทุกตัว (ภาคผนวก) ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการทดลองนี้เหมาะที่จะใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร Benoit มากกว่า สูตร Coic-Lesaint แต่อาจจะเหมาะสมได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น เพราะวสารละลายธาตุอาหารสามารถมีการดัดแปลงไปได้มากมายหลายสูตรตามความเหมาะสมต่างๆ เช่น สภาพสถานที่ ค่าใช้จ่าย เป็นต้น กังวาน (2531) ได้ทำการทดลองปลูกผักกาดหอมในสารละลายธาตุอาหารเช่นเดียวกัน แต่ค่าความเข้มข้นและองค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารก็จะแตกต่างกันไป แต่ผลที่ได้นั้นพบว่า ถ้าใช้ปุ๋ยเกรด (15-30-15) 30 กรัม ผสมกับ $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.79 กรัมและ KCl 7.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร จะให้น้ำหนักสดของใบและต้น เท่ากับ 85.6/ต้น กรัม จำนวนใบประมาณ 17-18 ใบ/ต้น ที่เดียว ในทำนองเดียวกัน ฤวัลย์ (2534) ก็ได้ทำการทดลองปลูกผักกาดหอมในสารละลายธาตุอาหารเช่นเดียวกันแต่สูตรสารละลายที่ใช้คือ โปแตสเซียมไนเตรต 36 กรัม แคลเซียมไนเตรต 90 กรัมโมโนโปแตสเซียมฟอสเฟต 18 กรัม แมกนีเซียมซัลเฟต 37.8 กรัม เฟอร์ริสซัลเฟต 1.44 กรัม บอริกแอซิด 0.25 กรัม และแมงกานีสซัลเฟต 0.16 กรัม ผลผลิตที่ได้ คือ น้ำหนักเฉลี่ย/ต้น เท่ากับ 51.9 กรัม และความสูงต่อต้นเท่ากับ 40.7 กรัม จะเห็นได้ว่าทั้ง 2 ท่านนี้สามารถปลูกผักกาดหอมได้ผลที่ดีทีเดียว เพราะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

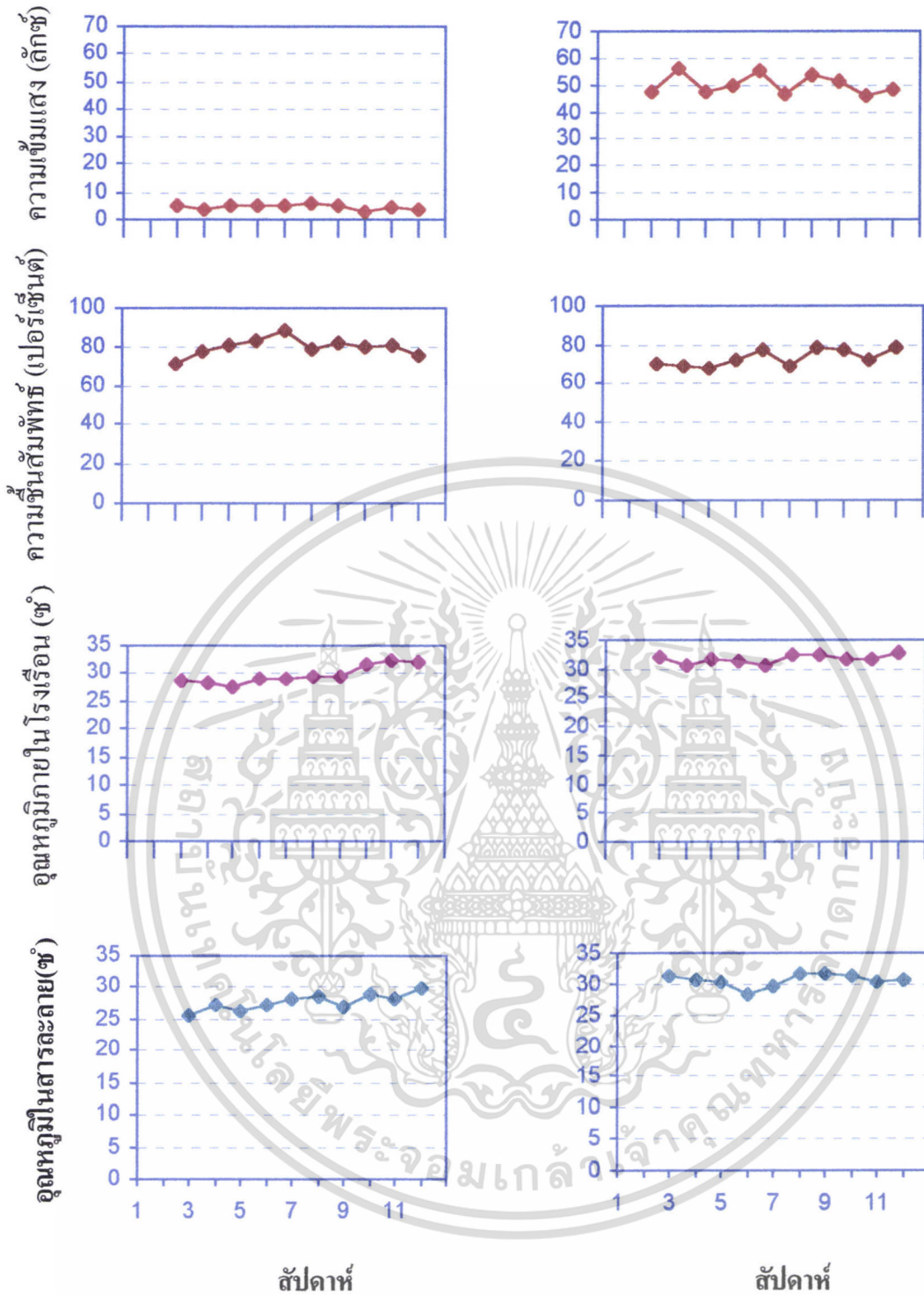
ทั้ง 2 ท่านนั้นได้มีการจัดการเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ได้อย่างดี เช่น สถานที่ที่มีแสงพอเหมาะต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม โรงเรือนมีอากาศถ่ายเทได้ คืออุณหภูมิบริเวณที่ทำการปลูกที่พอเหมาะ เป็นต้น ดังนั้น จะเห็นได้ว่าผักกาดหอมก็สามารถที่จะเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดีถึงแม้จะทำการปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารพืชโดยไม่ต้องพึ่งพาอาศัยดินก็ตาม อีกทั้งยังสามารถปลูกได้ถึงแม้ว่าจะมีพื้นที่ที่จำกัดก็ตาม การที่ใช้พื้นที่ที่น้อยก็ยังทำให้สามารถควบคุมดูแลเรื่องการเจริญเติบโตได้ทั่วถึงรวมทั้งเรื่องโรคและแมลง เพราะการปลูกโดยพืชไม่ใช้ดินเราสามารถบริหารการจัดการที่ดีมีประสิทธิภาพได้

ส่วนการศึกษาทางด้านโรคที่เกิดกับผักกาดหอมที่ปลูกในระบบ NFT ถึงแม้ว่าจะไม่พบต้นผักกาดหอมที่ปรากฏอาการของโรคให้เห็น แต่ก็สามารถตรวจพบปริมาณเชื้อ *Pythium* spp. ได้ในปริมาณหนึ่งถึงแม้จะเป็นปริมาณที่ไม่มากพอที่จะทำความเสียหายต่อผักกาดหอมก็ตาม แต่เชื้อนี้จะสะสมอยู่ในระบบมากขึ้นเรื่อยๆ ถ้าทำการปลูกเป็นระยะเวลาหลายๆ เชื้อดังกล่าวจะสร้างความเสียหายต่อผลผลิตได้ และสิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึงคือความสะอาด ควรจะทำความสะอาดระบบทุกครั้งที่เราทำการปลูกใหม่และควรใช้น้ำที่สะอาดในการเตรียมสารละลายธาตุอาหารรวมทั้งเครื่องมือต่างๆ ด้วย



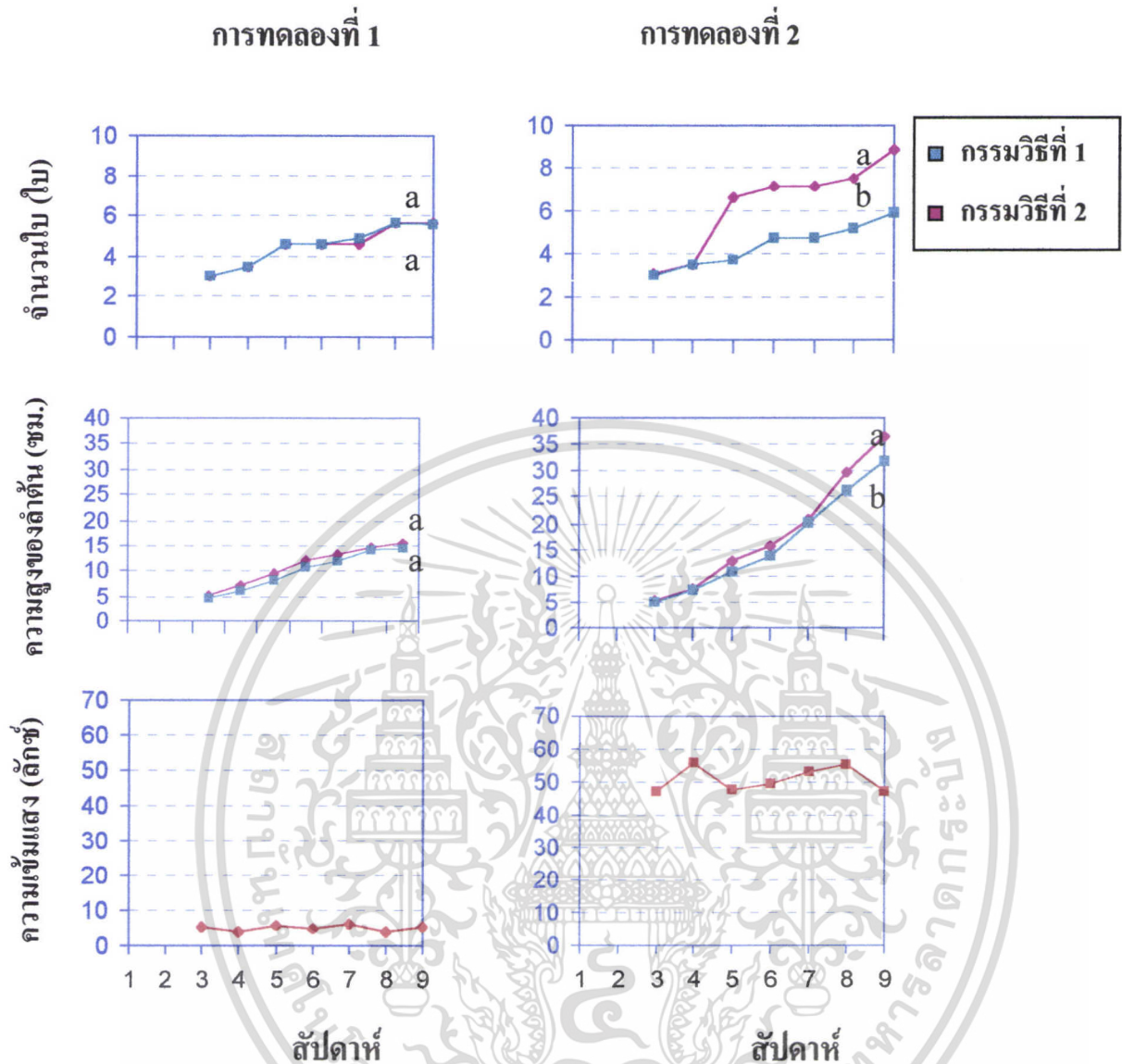
การทดลองที่ 1

การทดลองที่ 2

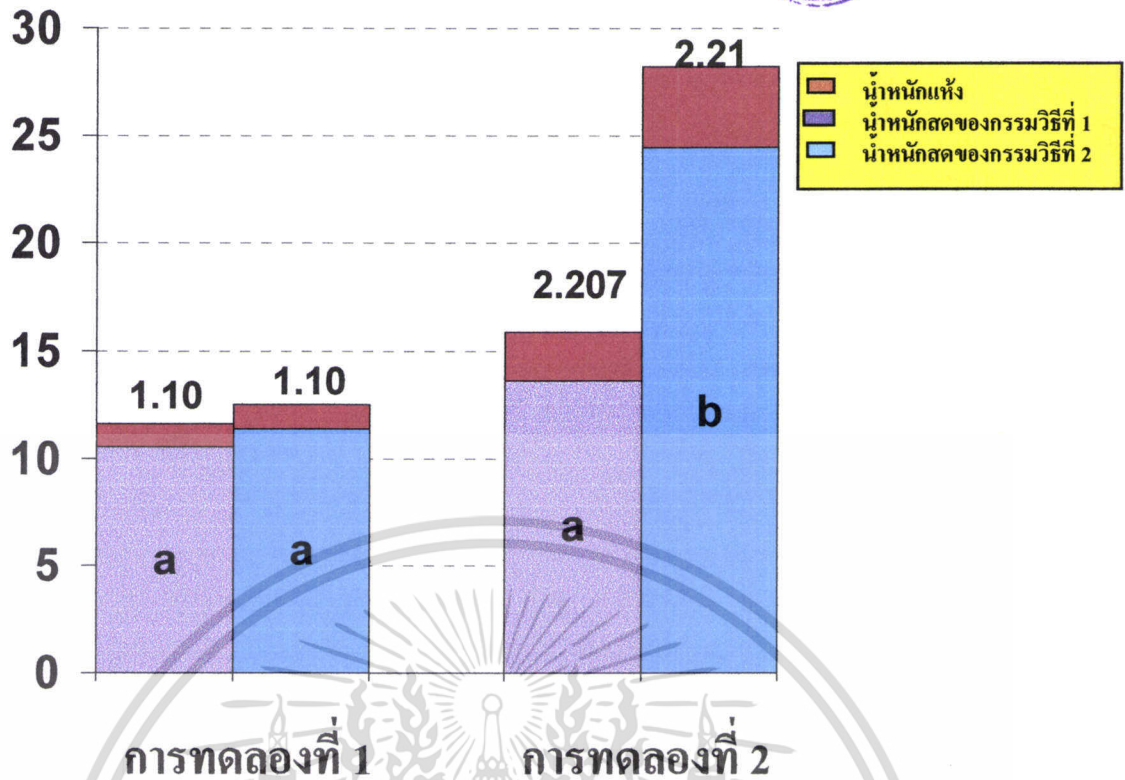


รูปที่ 13 ข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนระหว่างการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 14 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมที่ปลูกในระบบ NFT ซึ่งใช้สารละลายธาตุอาหาร 2 สูตร จากทั้ง 2 การทดลอง โดยที่มีการเพิ่มความเข้มข้นในการทดลองที่ 2.



รูปที่ 15 นำหนักสดและนำหนักแห้งของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบ NFT ซึ่งมีการใช้สารละลายธาตุอาหาร 2 สูตร จากทั้ง 2 การทดลอง โดยที่มีการเพิ่มความเข้มแสงในการทดลองที่ 2

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสรุปได้ว่า

1. ต้นผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายสูตร Benoit จะมีการเจริญเติบโตที่ดีทั้งทางด้าน ความสูง จำนวนใบ รวมทั้งทางด้านน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ซึ่งดีกว่าต้นผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตร Coic-Lesaint
2. การศึกษาทางด้านโรคจะไม่พบต้นที่เป็นโรคเลยตลอดที่ทำการทดลองทั้ง 2 การทดลอง และจากการตรวจสอบปริมาณเชื้อ *Pythium* spp. ในสารละลายธาตุอาหาร ทั้ง 2 สูตร รวมทั้งน้ำที่เตรียมสารละลายธาตุอาหาร แต่ปริมาณเชื้อในน้ำจะมีปริมาณน้อยกว่าในสารละลายธาตุอาหาร ซึ่งในขณะที่ปริมาณเชื้อในสารละลายที่ระบายออก (Solution outlet) จะพบปริมาณเชื้อได้มากกว่าพบในสารละลายที่ให้แก่ระบบ (Solution inlet) แต่เมื่อทำการเปลี่ยนสารละลายใหม่ทุกสัปดาห์ก็จะพบว่าปริมาณเชื้อจะมีน้อยลงทั้งสารละลายที่ให้และระบายออก และจะมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

การปลูกผักกาดหอมในระบบ NFT นี้ สามารถที่จะนำไปใช้ปลูกได้ในทุกสถานที่แต่ถ้าจะให้ผลดีหรือมีศักยภาพที่ดีควรจะปลูกในที่ๆ มีแสงสว่างเพียงพอต่อการเจริญเติบโต รวมทั้งอุณหภูมิของพื้นที่ๆ ที่ใช้ปลูกก็ควรมีอุณหภูมิที่เหมาะสมด้วย นอกจากนี้สิ่งดังกล่าวแล้วยังมีสิ่งจำเป็นอีกอย่างก็คือคุณภาพของน้ำที่ใช้ในการเตรียมสารละลายธาตุอาหาร ควรมีความสะอาดและมีสิ่งเจือปนให้น้อยที่สุด เนื่องจากคุณสมบัติของน้ำที่จะนำมาใช้จะเป็นตัวกำหนดว่าการปลูกจะได้ผลหรือไม่ได้ผล

ในการศึกษาทางด้านโรคที่เกิดขึ้นกับระบบ NFT ก็จะมีมุ่งเน้นถึงปริมาณและความถี่ของเชื้อที่เกิดขึ้นในระบบ แต่ในระบบนี้ถ้าพบต้นพืชที่เป็นโรคควรจะนำต้นที่เป็นโรคออกจากระบบทันที เพราะถ้ายังทิ้งเอาไว้จะทำให้เชื้อแพร่ระบาดอย่างรวดเร็ว เพราะระบบนี้สารละลายจะมีการหมุนเวียนอยู่ในระบบตลอดเวลาจึงทำให้เชื้อแพร่ไปได้ง่าย ดังนั้นการปลูกพืชในระบบนี้ควรคำนึงถึงความสะอาดในทุกขั้นตอนตลอดเวลาที่ทำการปลูก



เอกสารอ้างอิง

- กังวาน จันทร์เสวีรุ. 2531. อิทธิพลของสารละลายธาตุอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. 60 หน้า.
- จิระเดช แจ่มสว่าง, วนิดา พงษ์ศักดิ์ชาติ และวรรณวิไล เกษนรา. 2534. การตรวจนับปริมาณเชื้อ *Pythium aphanidermatum* ในดินโดยวิธีเจือจางดิน และการใช้เหยื่อล่อ. *วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทย)* 25 : 39-46.
- ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์. 2534. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. สามัคคีสาส์น. กรุงเทพฯ. 128 หน้า
- พรหมมาศ คุณากาญจน์ ศุภชัย รตโนภาส และ ถนิมนันต์ เจนอักษร. 2539. การแพร่กระจายของเชื้อราบางชนิดในสารละลายหมุนเวียนของระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้าฯ* 14(2) : 26-37.
- ศุภชัย รตโนภาส และ ถนิมนันต์ เจนอักษร. 2538. ศักยภาพการปลูกแคนตาลูปในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดิน : แบบใช้วัสดุปลูก. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้าฯ* 13(3) : 30-37.
- ศูนย์เผยแพร่เทคโนโลยีการเกษตร สจล. 2537. เอกสารอบรมเรื่องการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2534. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 146 หน้า
- Benoit, F. and N. Ceusterman. 1986. Survey of decade of research (1974-1984) with Nutrient film technique (NFT) on glass house vegetable. *Soilless culture*. 2(1) : 5-17.
- Benoit, F. 1987. Some qualitative aspects of tomatoes grown on NFT. *Soilless culture*. 3(2) : 3-7.
- Benoit, F. 1992. Practical guide for simple soilless culture technique. European vegetable R & B centre. Belgium. 72 pp.
- Broyer, C.T. 1983. Hydroponics. McGraw-Hill encyclopedia of science and technology. New York. 927 pp.
- Cherit, M. and R.R. Belanger. 1992. Use of the Potassium silicate amendments in recirculating nutrient solution to suppress *Pythium ultimum* on Long English Cucumber. *Plant disease*. 76(10) : 1008-1011.
- Douglas, J.S. 1978. Hydroponics. Oxford University Press. 185 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Favrin, R.S. Rahe, J.E. and B. Mouza. 1988. *Pythium* spp. associated with crown rot of cucumber in British Columbia greenhouse. *Plant disease*. 72 : 683-687.
- Goldberg, N.P., Stanghellini, M.E. and S.H. Rosmussen. 1992. Filtration as a method for controlling *Pythium* root rot of Hydroponically Groeth cucumber. *Plant disease*. 76(8) : 777-779.
- Ikedo, H. 1985. Soilless culture in Japan. *Farming Japan*. 19(6) : 35-42.
- Lesaint, C. et Y. Coic. 1983. *Cultures hydroponics*. PARIS : La maison Rustique. 119 pp.
- Mc Donald, J.D., M.S., Ali-Shtayeh, J., Kabashima and J. Stites. 1994. Occurrence of *Phytophthora* species in recirculated nursery irrigation effluents. *Plant disease*. 78 : 607-611.
- Miyaki, Y., and E. Takahashi. 1983. Effect of silicon on the growth of cucumber plant in soil culture. *Soil Sci. Plant Nutr*. 29 : 463-471.
- Pegg, K.G. and M. Holdemess. 1984. Infection and disease development in NFT-Grown tomato. ISOSC proceeding (1984) : 493-509.
- Price, T.V. and P. Fox. 1984. Behaviour of fungicides in recirculating nutrient film hydroponics system. ISOSC proceeding (1984) : 511-521.
- Rankin, L. and T.C. Paulitz. 1994. Evaluation of rhizophene bacteria for biological control of *Pythium* root rot greenhouse cucumber in hydroponic culture. *Plant diseases*. 78(5) : 447-451.
- Resh, H.M. 1981. *Hydroponics food production*. Woodbridge. Press Pubilshing Company, California. 335 pp.
- Stanghellini. M.E. and W.C. Kronland. 1986. Yield loss in hydroponically growth hettoe attributed to subclinical infection of feeder rootlets by *Pythium disstocum*. *Plant disease*. 70 (11) : 1053-1056.
- Stanghellini, M.E. and S.L. Rsmussen. 1994. Hydroponics : a solution for zoosporic pathogens. *Plant disease*. 78(12) : 1129-1138.
- Zinnen, T.M. 1988. Assessment of plant diseases in hydroponic culture. *Plant disease*. 72(2) : 96-99.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1. ความสูงและจำนวนใบของต้นผักกาดหอมในแต่ละสัปดาห์ของการทดลองที่ 1
(ธันวาคม 2539 ถึง กุมภาพันธ์ 2540)

สัปดาห์ที่	ความสูง (ซม.)			จำนวนใบ (ใบ)		
	กรรมวิธีที่ 1	กรรมวิธีที่ 2	cv (%)	กรรมวิธีที่ 1	กรรมวิธีที่ 2	cv (%)
3	4.66a	5.06a	11.67	3.00a	3.00a ^{1/}	0.00
4	5.93a	7.17a	31.68	3.46a	3.46a	0.00
5	8.16a	9.43a	39.44	4.57a	4.60a	10.91
6	10.58a	11.95a	34.50	4.57a	4.60a	10.91
7	11.66a	13.12a	32.75	4.75a	4.89a	12.60
8	14.20a	14.77a	34.71	5.64a	5.64a	0.00
9	14.53a	15.42a	36.36	5.67a	5.71a	13.05
เฉลี่ย	9.96	10.98		4.52	4.55	

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ treatment mean แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.01

ตารางผนวกที่ 2. ความเข้มแสงภายในและภายนอกโรงเรียนตลอดที่ทำการการปลูกผักกาดหอม
ในการทดลองที่ 1 (ธันวาคม 2539 ถึง กุมภาพันธ์ 2540)

สัปดาห์	ปริมาณความเข้มแสง × 100 (lux)			
	ต้นรวง	ปลายรวง	เฉลี่ย	ภายนอกโรงเรียน
3	5.4	5.2	5.3	-
4	3.64	4.32	3.98	-
5	5.96	4.52	5.64	-
6	4.54	4.95	4.74	-
7	5.32	5.37	5.34	432.0
8	5.82	6.57	6.19	577.0
9	4.23	5.84	5.03	541.0
เฉลี่ย	4.98	5.25	5.11	516.6

ปริมาณความเข้มแสงที่วัดจากภายนอกโรงเรียน มีค่าเท่ากับ 51600 lux โดยมีค่ามากกว่าภายในโรงเรียนประมาณ 100 เท่า

- หมายถึง ไม่ได้ทำการวัด

ตารางผนวกที่ 3. คุณหมัฒิสารละล่ายและคุณหมัฒมภายในโรงเรียนของการทลลองที่ 1
(ธันวาคม 2539 ถึง กุมภาพันธ์ 2540)

ลำดับที่	คุณหมัฒิสารละล่าย (เซลเชยล)			คุณหมัฒมภายในโรงเรียน (เซลเชยล)		
	ต่ำลล	สูงลล	เฉลย	ต่ำลล	สูงลล	เฉลย
3	24	30	25.5	25	31	28.2
4	24	29	27.2	26	30	28.3
5	23	29	26.2	24	31	27.5
6	24	30	27.6	25	29	28.9
7	24	29	28.2	26	30	28.9
8	26	31	28.5	27	32	29.5
9	28	31	27.6	28	31	29.6
เฉลย	24.28	29.85	27.1	25.85	30.57	28.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4. ความขึ้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรียนของการทดลองที่ 1
(ธันวาคม 2539 ถึง กุมภาพันธ์ 2540)

ลำดับที่	ความขึ้นเฉลี่ยต่ำสุด (%)	ความขึ้นเฉลี่ยสูงสุด (%)	เฉลี่ย (%)
3	57.1	95.2	70.8
4	64.3	92.8	77.3
5	72.4	90.4	80.9
6	77.2	90.6	83.5
7	70.2	90.8	81.3
8	69.4	91.3	78.8
9	75.0	96.1	82.3
เฉลี่ย	68.51	92.5	79.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5. ความสูงและจำนวนใบของต้นผักกาดหอมในแต่ละสัปดาห์ของการทดลองที่ 2
(ตุลาคม 2540 ถึง ธันวาคม 2540)

สัปดาห์ที่	ความสูง (ซม.)			จำนวนใบ (ใบ)		
	กรรมวิธีที่ 1	กรรมวิธีที่ 2	cv(%)	กรรมวิธีที่ 1	กรรมวิธีที่ 2	cv(%)
3	5.05b	5.25a	0.99	3.00a	3.00a ^{1/}	0.00
4	7.43b	7.63a	3.78	3.53a	3.53a	0.00
5	10.67b	12.82a	4.99	3.75b	6.67a	17.96
6	13.86b	15.78a	4.22	4.75b	7.17a	17.58
7	20.02a	20.67a	10.50	4.75b	7.17a	17.58
8	26.26b	29.80a	2.78	5.17b	7.53a	23.55
9	31.75b	36.63a	8.06	5.92b	8.92a	14.39
เฉลี่ย	16.05	18.61		4.41	6.28	

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ treatment mean แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.01

ตารางผนวกที่ 6. ความเข้มแสงภายในและภายนอกโรงเรียนตลอดที่ทำการการปลูกผักกาดหอม
ในการทดลองที่ 2 (ตุลาคม ถึง ธันวาคม 2540)

สัปดาห์	ปริมาณความเข้มแสง × 100 (lux)			
	ต้นทาง	ปลายทาง	เฉลี่ย	ภายนอกโรงเรียน
3	48.2	45.83	47.1	343.7
4	52.2	59.43	55.8	278.6
5	48.3	46.8	47.55	326.3
6	47.4	51.8	49.6	236.7
7	53.9	57.9	5.34	394.6
8	45.0	49.1	55.3	347.6
9	52.3	54.3	47.05	289.9
เฉลี่ย	49.61	52.16	50.81	316.77

ปริมาณความเข้มแสงที่วัดจากภายนอกโรงเรียน มีค่าเท่ากับ 31677 lux โดยมีค่ามากกว่า
ภายในโรงเรียนประมาณ 6 เท่า

ตารางผนวกที่ 7. คุณนุภุมิสารละลายและคุณนุภุมิภายในโรงเรียนของการทดลองที่ 2
(ตุลาคม ถึง ธันวาคม 2540)

ลำดับที่	คุณนุภุมิสารละลาย (เซลล์)			คุณนุภุมิภายในโรงเรียน (เซลล์)		
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
3	28	34	32.2	27	33	31.2
4	28	34	30.8	28	33	30.4
5	29	34	31.6	29	32	28.2
6	28	34	31.2	27	31	29.6
7	29	33	30.7	28	32	31.7
8	29	33	32.4	28	33	31.7
9	30	34	32.4	28	31	29.6
เฉลี่ย	28.71	33.60	31.61	28	32.42	30.48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8. ความขึ้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรียนของการทดลองที่ 2
(ตุลาคม 2540 ถึง ธันวาคม 2540)

ลำดับที่	ความขึ้นเฉลี่ยต่ำสุด (%)	ความขึ้นเฉลี่ยสูงสุด (%)	เฉลี่ย (%)
3	58.8	92.3	70.3
4	55.6	95.6	68.7
5	68.4	95.4	69.9
6	66.3	99.6	72.4
7	58.4	89.4	77.6
8	52.8	96.2	68.4
9	69.5	98.8	78.3
เฉลี่ย	61.4	95.3	71.94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้