

ตำหนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

ภาควิชา เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

เรื่อง

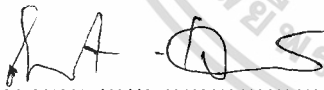
การศึกษานบทบาทสารละลายซิลิกอนต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในระบบ

Nutrient Film Technique

Role of Soluble Silicon on Lettuce Grown in Nutrient Film Technique

โดย

นางสาวประไพ รสจันทร์วงษ์


.....(อาจารย์ที่ปรึกษา)
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ถนิตนันทน์ เจนอักษร)

ปพ.
ป335ก
2542
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 32912
วัน, เดือน, ปี 18 ส.ย. 2542

.....


(รองศาสตราจารย์ ดร. วรเดช จันทรส)
หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช
วันที่...เดือน...ปี...พ.ศ. 42....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอขอบพระคุณ ผศ. ดร. ถนิตนันต์ เจนอักษร อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จเป็นรูปเล่มด้วยดี ขอขอบคุณ อาจารย์พรหมมาศ ภูหาคาญจน์ ที่ให้คำปรึกษา ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาเทคโนโลยี การจัดการศัตรูพืชทุกท่าน และรุ่นพี่ปริญญาโท ที่กรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลืออำนวยความสะดวกต่างๆ ขอขอบคุณ คุณศกุนา หนูแก้ว คุณอัมมิญา ชรรฆานุกุลชัย คุณเรีนา กันทะประคุณพัฒน์นันต์ มันทวัตร คุณประยูร สุรินทร์ตอนคา คุณรัฐดิพร กาญจนภาชน์ รวมทั้งเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดมา

สุดท้ายขอขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่สาว ที่ได้สนับสนุนกำลังใจ ห่วงใยและเป็นกำลังใจ รวมทั้งขอขอบคุณตัวเองที่มีความอดทน และพยายามจนการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ลุล่วงด้วยดี

พฤษภาคม 2542

ชื่อเรื่อง : การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิโคนต่อการเจริญเติบโตของ
ผักกาดหอมในระบบ Nutrient Film Technique

โดย : นางสาวประไพ รสจันทร์วงษ์

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

สาขาวิชา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

อาจารย์ที่ปรึกษา :
(ผศ. ดร. ถนินนันต์ เจนอักษร)

บทคัดย่อ

การศึกษารolesบทบาทของสารละลายซิลิโคนต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในระบบ Nutrient Film Technique (NFT) โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มีความเข้มข้นของสารละลายซิลิโคน (0 และ 100 ppm) เป็นกรรมวิธีทดลอง จำนวน 30 ซ้ำ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการซ้ำ 2 ครั้งในช่วงเวลาต่างกัน (คือ พ.ย.-ธ.ค. 2541 และ มี.ค.-เม.ย. 2542) เพื่อยืนยันความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับ อีกทั้งเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาถึงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อการแสดงออกของบทบาทของสารละลายซิลิโคน และต่อศักยภาพการปลูกผักกาดหอมในระบบ NFT จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ผักกาดหอมสามารถปลูกในระบบ NFT ได้เป็นอย่างดี หากมีการดูแลระบบและจัดการสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมสำหรับในด้านบทบาทของสารละลายซิลิโคนต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมนั้น ไม่ได้ผลเป็นที่น่าพอใจนัก กล่าวคือ การเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ผสมสารละลายซิลิโคน 100 ppm ไม่ได้ดีกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในกรรมวิธีเปรียบเทียบเลข (0 ppm) ซึ่งผลการทดลองนี้ไม่สอดคล้องกับรายงานของต่างประเทศ (Cherif and Belanger, 1992; Cherif *et al.*, 1994; Menzies *et al.*, 1991; 1992; Miyake and Takahashi, 1983a; 1983b) ซึ่งส่วนใหญ่จะรายงานถึงผลดีที่ได้รับจากสารละลายซิลิโคน แต่พืชที่ใช้ในการทดลองเป็นพืชที่ต่างชนิดกัน (ส่วนใหญ่จะเป็นแตงกวายุโรป และองุ่น) ยิ่งไปกว่านั้นจากการทดลองซ้ำทั้ง 2 ครั้งนี้ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อรา *Pythium spp.* ในทุกกรรมวิธี ซึ่งอาจส่งผลทำให้บทบาทของสารละลายซิลิโคนต่อเชื้อแสดงออกไม่เด่นชัดนัก (เพราะบทบาทของสารละลายซิลิโคนมี 2 แ่ง คือในแง่บทบาทด้านการป้องกันโรคพืช และเพิ่มความแข็งแรงให้แก่พืช) ดังนั้น พอดีสรุปได้ว่า บทบาทของสารละลายซิลิโคนต่อการเจริญเติบโตของพืชน่าจะค่อนข้างเฉพาะเจาะจงขึ้นกับชนิดพืชที่ปลูก อีกทั้งสภาพแวดล้อมยังเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบ NFT ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : Role of Soluble Silicon on Lettuce Grown in Nutrient Film Technique
By : Miss Prapai Rosjunwong
Degree : Bachelor of Science (Agriculture)
Major Field : Plant Pest Management Technology
Advisor :
(Assist. Prof. Dr. Tanimnun Jaenaksorn)

Abstract

Role of soluble silicon on lettuce grown in Nutrient film Technique was determined. Complete Randomized Design was employed with 30 replications, and two concentrations (0 and 100 ppm) of soluble silicon were the treatments. In order to reassure and reconfirm the results as well as to obtain the general data of environmental effect on plant growth, the experiments were twice conducted (November-December 1998 and March-April 1999). From the result, it showed that lettuce can be successfully grown in NFT provided that special care on growing system and greenhouse condition has been taken. In terms of soluble silicon role, its beneficial effect on growth of lettuce was not achieved from our experiments. That is, growth of lettuce in 100 ppm Si added-nutrient solution was not better than that grown in Control (Si 0 ppm). Meanwhile, the contamination of fungi (such as *Pythium spp.*) was not detected in both treatments throughout the experiments. This may result in unrecognized-role of soluble silicon on growth of lettuce in this experiment (since the main beneficial role of soluble silicon has stemmed from the two followings: an offer of protection against fungal disease and an improvement of the plants vigour). To be concluded, our result was not in line with other international references (Cherif and Belanger, 1992; Cherif *et al.*, 1994; Menzies *et al.*, 1991; 1992; Miyake and Takahashi, 1983a; 1983b) mostly reported on the benefit of soluble silicon on plant growth. However, their tested crops were different from ours. The reason for the conflicting data, maybe, partly due to the specificity of soluble silicon role for plant species. Furthermore, the environment condition also greatly affected the growth of crop in NFT.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญรูป	III
สารบัญภาคผนวก	IV
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	10
ผลการทดลอง	23
วิจารณ์ผลการทดลอง	33
สรุปผลการทดลอง	34
ข้อเสนอแนะ	35
เอกสารอ้างอิง	36
ภาคผนวก	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงการเจริญเติบโตของผักกาดหอม เมื่อมีอายุ 7 สัปดาห์ (ความสูง จำนวนใบ เส้นรอบวงของลำต้น น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง) ที่ปลูกในระบบ NFT ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร Benoit ผสมสารละลายซิลิกอน (0 และ 100 ppm) ในการทดลอง crop ที่ 1 และ crop ที่ 2	25
ตารางที่ 2 แสดงความเสียหายอันเนื่องมาจากการเข้าทำลายของหนูนีที่เกิดขึ้นกับผักกาดหอม ที่ปลูกในระบบ NFT ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร Benoit ผสมสารละลายซิลิกอน (0 และ 100 ppm) ในการทดลอง crop ที่ 1 และ crop ที่ 2	30



สารบัญรูป

	หน้า	
รูปที่ 1	แสดงลักษณะรากปลูก	17
รูปที่ 2	แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมปลูก	18
รูปที่ 3	แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการตั้งเวลา	19
รูปที่ 4	แสดงการย้ายต้นผักกาดหอมที่มีอายุ 2 สัปดาห์ลงระบบปลูก	20
รูปที่ 5	แสดงการแยกเชื้อรา <i>Pythium spp.</i> จากสารละลายธาตุอาหาร	21
รูปที่ 6	แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลทางด้านสภาพแวดล้อม	22
รูปที่ 7	แสดงการเจริญเติบโตของผักกาดหอม (ภาพ ก, ข, ค, ง, จ และ ฉ ในสัปดาห์ที่ 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 ตามลำดับ) ที่ปลูกในระบบ NFT ใช้สารละลายธาตุอาหารผสมสารละลายซิลิโคน (0 และ 100 ppm) (จากการทดลอง crop ที่ 1 : พ.ย.-ธ.ค. 2541)	26
รูปที่ 8	แสดงการเจริญเติบโตของผักกาดหอม (ภาพ ก, ข, ค, ง, จ และ ฉ ในสัปดาห์ที่ 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 ตามลำดับ) ที่ปลูกในระบบ NFT ใช้สารละลายธาตุอาหารผสมสารละลายซิลิโคน (0 และ 100 ppm) (จากการทดลอง crop ที่ 2 : มี.ค.-เม.ย. 2541)	27
รูปที่ 9	แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในระบบ NFT ใช้สารละลายธาตุอาหารผสมสารละลายซิลิโคน (0 และ 100 ppm) (เมื่อสิ้นสุดการทดลอง crop ที่ 1 พ.ย.-ธ.ค. 2541)	28
รูปที่ 10	แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในระบบ NFT ใช้สารละลายธาตุอาหารผสมสารละลายซิลิโคน (0 และ 100 ppm) (เมื่อสิ้นสุดการทดลอง crop ที่ 2 : มี.ค.-เม.ย. 2541)	29
รูปที่ 11	แสดงลักษณะของต้นผักกาดหอมที่ถูกหนูเข้าทำลาย	31
รูปที่ 12	แสดงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม (น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ความสูง จำนวนใบ และเส้นรอบวงของลำต้น) ที่ปลูกในระบบ NFT ใช้สารละลายธาตุอาหารผสมสารละลายซิลิโคน (0 และ 100 ppm) (เปรียบเทียบการทดลอง crop ที่ 1 : พ.ย.-ธ.ค. 2541 และ crop ที่ 2 : มี.ค.-เม.ย. 2542)	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

	หน้า	
ตารางผนวกที่ 1	แสดงสูตรสารละลายธาตุอาหาร (Benoit, 1991)	40
ตารางผนวกที่ 2	แสดงความสูง และจำนวนใบของผักกาดหอมในแต่ละสัปดาห์ ที่ปลูกในระบบ NFT ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร Benoit ผสม สารละลายซิลิกอน (0 และ 100 ppm.) ในการทดลอง crop ที่ 1	41
ตารางผนวกที่ 3	แสดงความสูง และจำนวนใบของผักกาดหอมในแต่ละสัปดาห์ ที่ปลูกในระบบ NFT ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร Benoit ซึ่งผสม สารละลายซิลิกอน (0 และ 100 ppm.) ในการทดลอง crop ที่ 2	42
ตารางผนวกที่ 4	แสดงความเข้มแสงภายใน และภายนอกโรงเรือน ตลอดระยะเวลา ที่ทำการทดลอง crop ที่ 1	43
ตารางผนวกที่ 5	แสดงความเข้มแสงภายใน และภายนอกโรงเรือน ตลอดระยะเวลา ที่ทำการทดลอง crop ที่ 2	44
ตารางผนวกที่ 6	แสดงอุณหภูมิภายใน และภายนอกโรงเรือน ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง crop ที่ 1	45
ตารางผนวกที่ 7	แสดงอุณหภูมิภายใน และภายนอกโรงเรือน ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง crop ที่ 2	46
ตารางผนวกที่ 8	แสดงอุณหภูมิสารละลายธาตุอาหาร ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง crop ที่ 1	47
ตารางผนวกที่ 9	แสดงอุณหภูมิสารละลายธาตุอาหาร ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง crop ที่ 2	48
ตารางผนวกที่ 10	แสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง crop ที่ 1	49
ตารางผนวกที่ 11	แสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง crop ที่ 2	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ในปัจจุบันพื้นที่ดินทำการเกษตรบางพื้นที่ในประเทศไทยประสบปัญหาดินเค็มจัด ดินเปรี้ยวจัด ขาดแคลนความอุดมสมบูรณ์และแหล่งน้ำในการเพาะปลูก มีโรคและแมลงศัตรูสะสมอยู่มาก ซึ่งการที่จะทำการปรับปรุงคุณภาพของดินให้ดีขึ้นได้คงเดิมนั้นเป็นไปได้ยาก และใช้เวลานานหรืออาจต้องใช้ปุ๋ยตลอดจนสารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชหรือสารเคมีอื่นๆ ในปริมาณสูง จึงทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานค่อนข้างมาก ตลอดจนส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงมีความพยายามที่จะผลิตพืชให้มีปริมาณและคุณภาพเพียงพอต่อความต้องการ รวมทั้งลดปริมาณการใช้สารเคมีลง ฉะนั้นจะเห็นได้ว่า การปลูกพืชในระบบ Nutrient Film Technique (NFT) นี้เป็นระบบการปลูกพืชอีกชนิดหนึ่งที่สามารถตอบสนองต่อความพยายามดังกล่าวได้ ซึ่งเป็นระบบที่นำเอาวิธีการป้องกันโรคพืชมาใช้มากกว่าการกำจัด โดยช่วยลดปัญหาโรคพืชที่ติดมาทางดิน (soil-borne disease) ขจัดปัญหาโรคที่เกิดจากการขาดธาตุอาหาร หรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เนื่องจากสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพให้เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิดที่ปลูก จึงทำให้พืชที่ปลูกในระบบนี้มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว มีความแข็งแรง สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็ว ให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูงและปลอดภัยจากสารเคมีในการป้องกันกำจัดโรคพืช ซึ่งทำให้การปลูกพืชในระบบ NFT เป็นที่นิยมและแพร่หลายในหลายๆ ประเทศ ได้แก่ เนเธอร์แลนด์ เบลเยียม อังกฤษ เดนมาร์ก แคนาดา ญี่ปุ่น (Benoit, 1992; Ikeda, 1989; Resh, 1981) สำหรับในประเทศไทยนั้นส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยในระดับสถาบันการศึกษา และมหาวิทยาลัย (กระบวน, 2536; ถนิมพันธ์, 2538) โดยเริ่มมีการปลูกพืชหลายชนิดในระบบ NFT เป็นการค้าบ้าง เช่นบริษัทเกษตรและวิศวกรรมพัฒนา ปลูกผักกาดหอม ผักบุ้ง และมะเขือเทศ

อย่างไรก็ตามปัญหาหนึ่งที่สำคัญของการปลูกพืชในระบบนี้ก็คือ ข้อจำกัดของการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ไม่สมบูรณ์แบบ เช่น ระบบไม่สะอาดจะทำให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อโรคตามหลักการโอกาสของการแพร่กระจายของเชื้อโรคจะรุนแรงและรวดเร็วกว่าการปลูกในดิน ซึ่งยากต่อการควบคุมเนื่องจากเป็นระบบจึงควรมีการแก้ไข และในปัจจุบันได้มีการนำสารละลายซิลิคอน (soluble silicon) มาใช้ในการป้องกันกำจัดโรคพืชซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งในหลายวิธีที่นักวิชาการได้นำมาใช้ในการป้องกันกำจัดโรคพืช เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชชนิดต่างๆ ที่น่าจะเหมาะสมกับสถานการณ์ของโลกปัจจุบันในแง่ที่ว่าช่วยกันบรรณรงค์ทุกวิถีทางเพื่อขจัดหรือลดมลพิษทั้งหลายให้น้อยลง ซึ่งสารละลายซิลิคอนนี้มีราคาถูก หาซื้อได้ง่าย เกษตรกรทั่วไปทั้งในทวีปยุโรปและอเมริกาได้นำสารละลายซิลิคอนนี้มาใช้เพื่อช่วยป้องกันกำจัดโรคพืชที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลูกในสภาพโรงเรือน ซึ่งจากผลการศึกษาของนักวิจัยประเทศต่างๆ หลายท่าน พบว่าถ้าเพิ่มการดูดซึมสารละลายซิลิโคนให้แก่พืช ก็จะทำให้สามารถป้องกันกำจัดโรคราแป้ง โรคเหี่ยว อีกทั้งยังเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นด้วย (Bloemhard, 1992; Bowen *et al.*, 1992; Cherif and Belanger, 1992; 1994; Cherif *et al.*, 1994; Menzies *et al.*, 1991; 1992; Miyake and Takahashi, 1983a; 1983b) ซึ่งการนำสารละลายซิลิโคนมาใช้ในการป้องกันกำจัดโรคพืช ยังไม่เป็นที่แพร่หลายในประเทศไทย และยังไม่มียางานที่แน่นอนถึงผลในการป้องกันกำจัดโรคพืชในเขตอากาศร้อน เช่น ประเทศไทย

ดังนั้นในการทดลองนี้จึงได้ทำการศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิโคน (0 และ 100 ppm) ต่อการเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมในระบบ NFT เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการนำเทคโนโลยีในระบบ NFT มาใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยให้มากที่สุด ต่อไปในอนาคต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาแนวทางและความเป็นไปได้ของการปลูกผักกาดหอมในระบบ NFT
2. ศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในระบบ NFT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ผักกาดหอม (Lettuce)

ลักษณะทั่วไป

ผักกาดหอมเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Compositae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Lactuca sativa* L. เป็นผักที่ใช้บริโภคใบ มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชียและยุโรป ผักกาดหอมมีชื่ออื่นๆ ได้หลายชื่อ เช่น ผักสลัด ผักกาดยี่ (ภาคเหนือ) พังน่าย (คนจีน) เป็นต้น ผักกาดหอมเป็นพืชอายุปีเดียว (annual) มีระบบรากแก้วและรากฝอยกระจายอยู่รอบๆ มีลักษณะลำต้นทรงกระบอก ก้านใบสั้นมากจนเกือบจะไม่มีก้านใบ การเรียงตัวของใบคล้ายบันไดเวียนจะรวมตัวกันเป็นกลุ่มที่ปลายยอด (อุคม, 2529)

พันธุ์ที่ใช้ปลูก

ผักกาดหอมแต่ละพันธุ์ที่ใช้ปลูกมีลักษณะและสีของใบแตกต่างกันหลายแบบ มีตั้งแต่ใบหยิกมากถึงใบเรียบ สีเขียวอ่อน-เข้ม และสีม่วงแดงเข้ม พันธุ์ที่ใช้ปลูกกันโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. Criphead type หรือ Iceberg

ประเทศไทยเรียกว่า ผักกาดหอมห่อหรือผักกาดแก้ว (*L. sativa* var. *capitata*) เป็นพวกห่อหัว ใบบางกรอบ ขอบใบหยักไม่เรียบ ลักษณะเข้าหัวแน่นแข็งคล้ายกะหล่ำปลี พันธุ์ที่พบ เช่น Calmar fairlon, Great lakes type เป็นต้น ปลูกได้ดีในระหว่างเดือนตุลาคม ถึงเดือนมกราคม และปลูกได้ดีที่สุดในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงธันวาคม

2. Cos หรือ Romaine (*L. sativa* var. *longifolia*)

ลักษณะตั้งตรงอาจสูงได้ถึง 25 เซนติเมตร ใบค่อนข้างแคบ เรียว ใบนอกมีลักษณะเรียวบาง และมีสีเขียว ใบมีความกรอบมากกว่าผักกาดหอมพวกพันธุ์ที่เป็นพันธุ์ห่อ พันธุ์ที่พบ เช่น Pris island, Paris white, Valamone เป็นต้น

3. Butterhead หรือ Bibb (*L. sativa* var. *capitata*)

ลักษณะห่อหัวแบบหลวมๆ ใบข้างมีสีครีม หรือ สีเหลือง และใบด้านนอกมีสีเขียว ใบเป็นรอยข้ำและฉีกขาดง่าย พันธุ์ที่พบ เช่น Bibb, Butter crunch, Butting เป็นต้น

4. Leaf lettuce หรือ Loose leaf (*L. sativa* var. *crispa*)

เป็นผักกาดหอมพันธุ์ใบ พันธุ์นี้จะไม่มีการห่อหัว ปลูกในไทย ลักษณะใบหยักเป็นคลื่น หรือข่น สีใบมีตั้งแต่สีเขียวจนถึงแดง พันธุ์ที่ปลูก เช่น Black seed simpson, Grand rapids type (Hesayon , 1995)

สภาพแวดล้อมที่ต้องการ

ผักกาดหอมขึ้นในดินทุกชนิดแต่ชอบดินร่วน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) อยู่ในช่วง 6.0 – 6.8 มีความชื้นในดินพอสมควร ได้รับแสงแดดตลอดวัน สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมนั้น ถ้าเป็นพันธุ์ใบอยู่ในช่วง 21 – 26 °C แต่ถ้าเป็นพันธุ์ห่อหัวอยู่ระหว่าง 15.5 – 21 °C แต่ผักกาดหอมสามารถปลูกได้ตลอดปีทั้งนี้ขึ้นกับพันธุ์

การเก็บเกี่ยว

อายุการเก็บเกี่ยวของผักกาดหอม พันธุ์ใบอายุประมาณ 40 – 50 วัน หลังจากหว่านเมล็ดลงแปลงปลูก พันธุ์ห่อหัวประมาณ 50 - 70 วันหลังจากย้ายต้นกล้าลงปลูกในแปลง

การปลูกพืชในระบบ Nutrient Film Technique (NFT)

การปลูกพืชระบบ NFT นี้ เป็นส่วนหนึ่งในระบบการปลูกพืชแบบ Water culture เป็นแบบที่ได้รับความนิยมมากกว่าแบบอื่นๆ และค่อนข้างใช้ได้ประสบความสำเร็จในที่มีความเข้มของแดดจัด เป็นการปลูกพืชโดยให้สารละลายธาตุอาหารไหลผ่านรากพืชเป็นน้ำบางๆ โดยรากพืชจะแช่อยู่ในสารละลายโดยตรง ในรางกว้างประมาณ 30-35 เซนติเมตร สูงประมาณ 5 เซนติเมตร ความยาวของรางตั้งแต่ 5-20 เมตร การไหลของสารละลายอาจเป็นแบบต่อเนื่องหรือแบบสลับก็ได้ รางจะทำจากพลาสติกสองหน้าขาวและดำหนา 80-200 ไมครอน หรืออาจทำจากโลหะ เช่น สังกะสี หรือ อะลูมิเนียม และนุภายในด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันการกัดกร่อนของสารละลาย ก่อนปลูกอาจจะมีการวางแถบกระจายน้ำเพื่อให้สารละลายไหลทั่วราง (อิทธิสุนทร, 2538)

ข้อ ได้เปรียบและข้อเสียเปรียบของ NFT

ข้อ ได้เปรียบ

1. จากการปลูกพืชได้โดยไม่ต้องใช้ดิน อีกทั้งพื้นที่ที่จะใช้การปฏิบัติก็น้อยกว่าการปลูกพืชในดิน ดังนั้นจึงสามารถทำการปลูกพืชในระบบ NFT ได้ในทุกแห่ง
2. เมื่อไม่ใช้ดินในการปลูก ก็หมดปัญหาด้านการเตรียมดิน การปลูกพืชหมุนเวียน และการกำจัดวัชพืชโดยสิ้นเชิง ดังนั้นค่าใช้จ่ายด้านแรงงานจะลดลง
3. ปัญหาด้านโรคและแมลงจะถูกควบคุมได้ง่ายกว่า โดยเฉพาะโรคและศัตรูพืชที่ติดมากับดินก็จะหมดไป แต่ก็ยังเหลือปัญหาของโรคและแมลงต่างๆ ที่อยู่ในอากาศ ซึ่งมีโอกาสเกิดขึ้นได้เท่าๆ กับที่ปลูกในดิน อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าพืชที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารจะเจริญเติบโตแข็งแรงดีกว่าที่ข่อมจะทำให้มีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชสูงกว่าด้วย ในกรณีแมลง อาจจะใช้ตาข่ายป้องกันแทนการใช้สารเคมีได้สะดวกกว่า ทำให้พืชผักที่ปลูกโดยวิธีนี้ปลอดภัยจากสารเคมีไม่ก่อให้เกิดผลตกค้างในผลผลิต นอกจากนี้ยังเป็นการรักษาระบบนิเวศน์ไปในตัวด้วย
4. การปลูกพืชในระบบนี้ โดยทั่วไปพืชจะเจริญเติบโตได้รวดเร็ว และให้ผลผลิตสูงมากกว่าพืชที่ปลูกในดิน 3-5 เท่า เมื่อเทียบต่อหน่วยพื้นที่ที่เพาะปลูกกับระยะเวลา อีกทั้งช่วยประหยัดระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวลง เนื่องจากสามารถควบคุมปริมาณสารอาหารได้ดีกว่า และพืชที่ได้ใช้ปุ๋ยรูปอินทรีย์โดยตรง
5. สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้ง่ายกว่าการปลูกพืชในดิน
6. สามารถทำการปลูกพืชได้ตลอดปี ผลผลิตที่ได้จึงต่อเนื่อง
7. ปริมาณน้ำที่ใช้ลดลง
8. ไม่เกิดปัญหาของการใช้น้ำมากเกินไปเหมือนเช่นที่พบในพืชที่ปลูกในดิน
9. ผลผลิตที่ได้จะมีลักษณะสม่ำเสมอ (ทั้งขนาดผล, รูปร่าง, และน้ำหนัก) และมีคุณภาพดีทั้งในแง่สุขอนามัย และรสชาติดี โดยเฉพาะในพืชผัก และผลไม้ (เช่น แคนตาลูป) จะมีความหวาน กรอบ อร่อย จึงเป็นที่ต้องการของเกษตรกรและผู้บริโภค

ข้อเสียเปรียบ

1. ค่าใช้จ่ายในการลงทุนครั้งแรกค่อนข้างสูง ทั้งทางด้านอุปกรณ์และโรงเรือน แต่ในระยะยาวจะได้ผลคุ้มค่า
2. เป็นระบบที่ต้องถูกควบคุมหรือทำงานโดยใช้ไฟฟ้า ดังนั้นความเสียหายอาจเกิดขึ้นได้ง่ายจากกรณีของไฟฟ้าดับปั้มจะหยุดทำงาน ระบบการให้สารละลายแก่พืชจะหยุดชะงัก พืชจะได้รับความเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปุ๋ยเคมี และคุณภาพน้ำที่ใช้ต้องคุณภาพดี
4. ถึงแม้สภาพรอบๆ รากพืชจะถูกควบคุมได้ง่าย รวมทั้งการปรับหรือควบคุมธาตุอาหารจะปฏิบัติได้สะดวก แต่อีกทางหนึ่งผลเสียจากการให้ธาตุอาหารน้อยหรือมากเกินไป ก็อาจเกิดขึ้นได้ง่ายเช่นกัน ซึ่งผลเสียหายนี้อาจรุนแรงมากกว่าที่เกิดกับพืชที่ปลูกในดิน
5. จากการให้สารละลายธาตุอาหารที่มาจากแหล่งเดียวกัน และไหลผ่านจากรากหนึ่งไปยังอีกรากหนึ่งตลอดทั้งแปลง ดังนั้นกรณีโรคพืช หากมีการติดเชื้อขึ้น โอกาสการแพร่กระจายก็จะเป็นไปโดยทั่วถึงกันหมด (ถนิมฉันทน์, 2538)

การใช้สารละลายซิลิกอนในการป้องกันกำจัดโรคพืชในต่างประเทศ

ในอดีตได้มีการนำสารสกัดจากต้นหางม้า (horsetail, *Equisetum arvense* L.) มาใช้รดดินหรือฉีดพ่น เพื่อป้องกันโรคโคนต้นกล้าเน่า (damping off) และโรคราแป้งขาว (powdery mildew) ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าสนใจคือ ในเนื้อเยื่อพืชดังกล่าวจะมีปริมาณ Si อยู่สูงมากคือมากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง และเมื่อนำมาบดละลายในน้ำจะได้สารสกัดที่ประกอบด้วย sodium silicate และก่อนหน้านั้นได้มีรายงานว่า การใส่ Si ลงไปในการปลูกแต่งจะเพิ่มระยะพักตัวของเชื้อโรค (latent period) และลดระดับการเข้าทำลายของเชื้อที่ทำให้เกิดโรคราแป้งขาวลง (Belanger *et al.*, 1995)

แต่งกว่าที่ปลูกในระบบ hydroponics ที่ treat ด้วย Si (0 และ 100 ppm) พบว่าการเจริญเติบโตของต้นแต่งที่ไม่ได้รับ Si มีลักษณะด้อยกว่าที่ treat ด้วย Si อย่างเห็นได้ชัด ความสมบูรณ์ของละอองเกสรในต้นแต่งที่ไม่มี Si จะต่ำกว่าที่มี Si และพบอาการของโรค powdery mildew ที่เกิดบนใบของต้นแต่งที่ไม่ได้รับ Si แต่ไม่พบอาการของโรคดังกล่าวในต้นแต่งที่ได้รับ Si (100 ppm SiO₂) ปริมาณของ Si บนใบสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นแต่งโดยขึ้นกับความเข้มข้นของ Si และช่วยลดอาการของโรค powdery mildew ให้ลดลงด้วย นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า การใช้ปุ๋ย potassium silicate และ calcium silicate กับการปลูกแต่งจะช่วยลดความเสียหายจากโรคเหี่ยวลงได้ และมีผลในการเพิ่ม pH ของดินซึ่งยังทำให้ต้นแต่งเจริญเติบโตและมีผลผลิตดี (Miyake and Takahashi, 1983a; 1983b)

จากการศึกษากลไกการทำงานของ Si ในการลดความรุนแรงของโรคราแป้งขาวของแต่งที่เกิดจากเชื้อ *Sphaerotheca fuliginea* โดยใช้ scanning electron micrograph ร่วมกับ X-ray analysis พบว่าใบแต่งที่ถูก treat ด้วย Si จะมี Si ใน epidermal cell และ trichome hair ในปริมาณต่ำแต่จะพบ Si ในปริมาณสูงที่บริเวณ trichome base และบริเวณที่เชื้อ *Sphaerotheca*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ขออนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

fuliginea จะแทงผ่าน นอกจากนั้นยังพบอีกว่า Si จะถูกสะสมอยู่ใน conidia ที่กำลังงอก และ conidia ดังกล่าวจะมี germ tube สั้น แต่อย่างไรก็ตาม Si จะไม่มีผลไปลดจำนวน conidia ที่กำลังงอก สำหรับ colony ของเชื้อบนใบพืชที่ถูก treat ด้วย Si จะมีขนาดเล็กและการเจริญของเส้นใย (hypha growth) จะน้อยเมื่อเทียบกับ colony ของเชื้อที่เจริญบนใบพืชที่ไม่ถูก treat ด้วย Si (samuels *et al.*, 1991a; 1991b) นอกจากนั้นการศึกษายพบของ Si ในการป้องกันการเข้าทำลายต้นตางของเชื้อ *Pythium ultimum* ซึ่งได้รายงานไว้ว่า ในพืชที่ไม่ถูกเชื้อเข้าทำลายแต่มีการ treat ด้วย Si จะสามารถตรวจพบ Si สะสมอยู่ในบริเวณฐานของ trichomes บน hypocotyl หรือบนเนื้อเยื่อใบ และยังมีรายงานต่ออีกว่าไม่มีการสะสม Si ในเนื้อเยื่อบริเวณ epidermal, cortical และ stelar tissue ของรากที่ถูกเชื้อทำลายแต่ Si กลับมีผลไปลดความรุนแรงของโรคลง (Cherif *et al.*, 1992a; 1992b)

ในปัจจุบัน potassium silicate (หรือ metasilicate) ได้มีจำหน่ายเป็นการค้าในตลาดยุโรป สำหรับอุตสาหกรรมการปลูกพืชในสภาพโรงเรือนผู้ปลูกจึงได้นำ Si มาใช้มากขึ้น Cherif and Belanger (1992) รายงานว่าจากการทดลองใช้ potassium silicate ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm กับ long English cucumber (*Cucumis sativus*) ในระบบ hydroponics เพื่อควบคุมเชื้อ *P. ultimum* พบว่าที่ความเข้มข้นทั้งสองระดับจะมีผลทำให้ปริมาณรากถูกทำลายน้อยลง เปอร์เซ็นต์การตายและความสูญเสียของผลผลิตเนื่องจากเชื้อดังกล่าวลดลง การใช้ potassium silicate ยังมีผลทำให้น้ำหนักแห้งของรากมากขึ้นจำนวนผลผลิตมากขึ้นและคุณภาพผลผลิตดีกว่าด้วย นอกจากนี้การลดโรคแฉียงขาวแล้ว potassium silicate ยังมีผลทำให้โรคกล้าต้นเป็นแผล (ซึ่งเกิดจากเชื้อ *Botrytis cinerea* Pers. Fr. และ *Didymella bryoniae*) ลดลงด้วย (Bloemhard, 1992)

ผลของการใช้ potassium silicate กับแตงกวา (*Cucumis sativus* L.), muskmelon (*C. melo* L.) และ zucchini (*Cucurbita pepo* L.) ในการป้องกันกำจัดโรค powdery mildew โดยเติม Si ลงในสารละลายธาตุอาหารที่ความเข้มข้น 1.7 mM หรือพ่น Si ทางใบที่ความเข้มข้น 1.7, 8.5, 17 และ 34 mM. เปรียบเทียบกับ control ที่ใช้น้ำกลั่นมาเชื้อฉีดพ่นแทน Si หลังจากนั้น 1 วัน ได้มีการปลูกเชื้อโดยใช้ conidia ของเชื้อ *Sphaerotheca fuliginea* บนแตงกวาและ muskmelon หรือเชื้อ *Erysiphe cichoracearum* บน zucchini พบว่าที่ความเข้มข้น ≥ 17.0 mM. การพัฒนาของโคโรนีเชื้อลดลงกว่า control และจากการทดลองเมื่อพ่น Si ที่ความเข้มข้น 17 mM. เป็นเวลา 7 วันก่อน inoculate เชื้อ *S. fuliginea* ทำให้โคโรนีของเชื้อ powdery mildew ลดลง (Menzies *et al.*, 1992) และยังมีรายงานว่าเมื่อ treat Si ที่มีความเข้มข้นต่างๆจะพบว่าจำนวนโคโรนีต่อใบและการงอกของ conidia จะลดลง และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ Si ในสาร

ละลายอาหารจาก 0.05 ไปเป็น 4.10 mM. ซึ่งสามารถช่วยลดการติดเชื้อโรคราแป้งขาวของแตงกวาที่เกิดจากเชื้อ *Sphaerotheca fuliginea* (Menzies et al., 1991)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของ Si โดยพบว่าสามารถต่อต้านโรคเน่าของแตงกวาจากเชื้อสาเหตุคือ *P. aphanidermatum* และโรคราแป้งขาวขององุ่นจากเชื้อ *Uncinula necator* ได้ซึ่งความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพคือ 1.7 mM. (100 ppm) Si ได้แสดงให้เห็นว่าสามารถลดการตายและลดการแสดงอาการของโรคได้ อีกทั้งยังเพิ่มผลผลิตและน้ำหนักแห้ง (Bowen et al., 1992; Cherif et al., 1994)

จากการศึกษาบทบาทของ Si พบว่า Si สามารถชักนำให้พืชสร้างกลไกป้องกันตัวเองเพื่อตอบสนองต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา ซึ่งการตอบสนองนี้เป็นผลให้เกิดการกระตุ้นกระบวนการทางเคมีต่างๆให้มีปฏิกิริยาเร็วขึ้น แสดงให้เห็นว่า Si นี้เป็น fungistatic ที่ต่อต้านการเข้าทำลายของ *Pythium ultimum*, *P. aphanidermatum* และ *Cladosporium cucumerrinum* ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการป้องกันกำจัดโรคพืช ในแง่ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ (Cherif and Belanger, 1994)

สำหรับในประเทศไทยแล้วมีการศึกษาบทบาทของ Si เพียงเล็กน้อย ซึ่งพบว่า Si มีผลต่อ *Fusarium oxysporum* ทางด้าน vegetative growth และ reproductive growth ที่ระดับความเข้มข้น 0 , 100 , 500 , 1000 , 2000 , 2500 และ 3000 ppm. พบว่า Si มีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา โดยทางด้าน vegetative growth พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm. มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง vegetative growth ของเชื้อราได้ดีที่สุด สำหรับการศึกษาทางด้าน reproductive growth โดยนับเปอร์เซ็นต์การงอกของ microconidia และ macroconidia และวัดความยาวของ germ tube ของ microconidia และ macroconidia พบว่า Si มีผลต่อการชะลอการงอกของ conidia ทั้ง 2 ประเภทและยังมีผลทำให้ germ tube มีขนาดสั้นลงด้วย (รัตติยา, 2541)

สถานที่ทำการทดลอง : โรงเรียนปลูกพืช ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาทำการทดลอง : การทดลองที่ 1 (crop 1) พฤศจิกายน – ธันวาคม 2541
การทดลองที่ 2 (crop 2) มีนาคม - เมษายน 2542

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการปลูก
 - 1.1 ถาดเพาะกล้า
 - 1.2 กระดาษทิชชู
 - 1.3 เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมพันธุ์ black seed
 - 1.4 กระบอกลี้น้ำ
 - 1.5 กระถางปลูกพลาสติกขนาดเล็ก
 - 1.6 ฟองน้ำอัด
 - 1.7 สารละลายธาตุอาหารสูตร Benoit (Benoit, 1992)
 - 1.8 สารละลายซิลิกอน ($\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_7$), a. i. $\approx 27\%$
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการจ่ายสารละลาย
 - 2.1 ถังบรรจุสารละลายธาตุอาหารขนาด 50 มล. จำนวน 2 ถัง
 - 2.2 ป้อน้ำ
 - 2.3 ท่อ PVC
 - 2.4 ท่อ PE
 - 2.5 EC – meter
 - 2.6 pH – meter
 - 2.7 Electrical timer
 - 2.8 Electronic interrupter
 - 2.9 แผ่นโฟมปิดราง
 - 2.10 หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อุปกรณ์ที่ใช้เก็บข้อมูลทางสภาพแวดล้อม
 - 3.1 เทอร์โมมิเตอร์
 - 3.2 เครื่องวัดความเข้มแสง
 - 3.3 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น
4. อุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาทางด้านโรคพืช
 - 4.1 อุปกรณ์เครื่องแก้ว
 - 4.2 กล้องจุลทรรศน์
 - 4.3 อาหารสำหรับแยกเชื้อรา PDA + BNPR + rose bengal (จิระเดชและคณะ, 2534)
 - 4.4 อาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)
 - 4.5 เมล็ดแตงกวา

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 2 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 สารละลายชาดอกอาหารที่ไม่มีการผสมสารละลายซิลิโคน กรรมวิธีที่ 2 สารละลายชาดอกอาหาร + สารละลายซิลิโคน 100 ppm โดยแต่ละกรรมวิธีมี 30 ซ้ำ โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง (crop) ระยะเวลาห่างกัน 2 เดือน โดยขั้นตอนรายละเอียดของการทดลองจะเหมือนกันทุกประการ แตกต่างกันตรงที่การทดลองครั้งที่ 2 (crop 2) อัตราสารละลายที่ให้ต่ออนาที่จะต่างกัน โดยในการทดลอง crop ที่ 1 จะให้ในอัตรา 800 มิลลิลิตร/นาที่ ในการทดลอง crop ที่ 2 จะให้ในอัตรา 400 มิลลิลิตร/นาที่ โดยมีรายละเอียดการทดลองดังต่อไปนี้

1. การเตรียมระบบปลูก

รางปลูกพืชเตรียมจากท่อ PVC (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว ความยาว 4 เมตร) ผ่าซีกจำนวน 4 ราง และนำรางดังกล่าวมาวางให้มีความลาดเอียง 2 เปอร์เซ็นต์ตามแนวระดับ เพื่อให้สารละลายไหลลงสู่ถังเก็บสารละลาย ใช้แผ่นโฟมขนาดกว้าง 8 เซนติเมตร (ยาวเท่ากับราง) ใช้ปิดด้านบนของรางไม่ให้แสงส่องโดนสารละลาย (เพื่อป้องกันการออกซิเดชันของชาตุเหล็ก อีกทั้งเป็นการป้องกันการเกิดตะไคร่น้ำในรางปลูก) บนแผ่นโฟมดังกล่าวมีการเจาะเป็นรูกลมให้มีขนาดพอดีที่จะวางกระถางปลูกแต่ละกระถางห่างกัน 15 เซนติเมตร ซึ่งจะได้ 15 กระถางต่อราง 2 รางต่อ 1 กรรมวิธี ต่อท่อ PE กับปั๊มมายังรางปลูกเพื่อให้สารละลายไหลสู่รางเป็นระบบและต่อเอกสาร์เป็นเอกสาร์ที่ส่งมันไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำเข้าใช้ประโยชน์ตามการดำเนินงาน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้ากับ interrupter เพื่อตั้งเวลาโดยให้สารละลายไหล 24 นาทีสลับกับหยุด 4 นาที โดยใน crop ที่ 1 กำหนดการจ่ายสารละลายธาตุอาหารพืชในอัตรา 800 มิลลิลิตร/ราง/นาที crop ที่ 2 กำหนดการจ่ายสารละลายธาตุอาหารพืชในอัตรา 400 มิลลิลิตร/ราง/นาที และทำการติดตั้งหลอดไฟเหนือระบบปลูกเพื่อเพิ่มระดับความเข้มแสงให้สูงขึ้นซึ่งต่อเข้ากับ timer และตั้งเวลาให้แสงสว่างวันละ 8 ชั่วโมง (รูปที่ 1, 2, 3)

1. การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช

การเตรียมสารละลายโดยทั่วไป ควรจะเตรียมจากน้ำที่บริสุทธิ์ที่มีสารต่างๆ ละลายเจือปนอยู่น้อย เช่น น้ำฝน น้ำกรอง ซึ่งในการทดลองนี้ใช้น้ำ RO (Reverse osmosis) ซึ่งเป็นน้ำที่ค่อนข้างบริสุทธิ์ในการเตรียมสารละลายธาตุอาหาร โดยการทดลองนี้จะทำการตรวจสอบค่า pH และค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารทุกๆ สัปดาห์ และปรับค่า pH ของสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ในช่วง 5.5 – 6.0 โดยการเติมกรดไนตริก และปรับค่า EC ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับอายุของพืชแต่ละช่วง โดยการเติมสารละลายธาตุอาหารเข้มข้นหรือเติมน้ำตามลำดับ และจะทำการเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารใหม่ทุกๆ สัปดาห์

การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชสูตร Benoit (Benoit, 1992)

ในการเตรียมสารละลายธาตุอาหารจะทำการเตรียมเป็น Stock solution ความเข้มข้นสูง (100 เท่า) เพื่อสะดวกในการใช้งาน โดยแยกเป็น 2 ถัง (Solution A, B) องค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารแสดงไว้ในตารางผนวกที่ 1 วิธีการเตรียมสารละลายความเข้มข้นสูง (Stock solution A, B) มีดังนี้

Solution A

1. เตรียมสารละลาย $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ โดยใช้ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ละลายในน้ำก่อนจำนวน 5 ลิตรจากน้ำกรองเอาไขออก
2. เติม KNO_3 แล้วคนให้เข้ากัน
3. เติม Fe – EDDHA ที่ละลายในน้ำก่อน 8 ลิตร ผสมให้เข้ากัน
4. เติมน้ำให้ครบ 25 ลิตร

Solution B

1. นำจุลธาตุต่างๆ ได้แก่ MnSO_4 , H_3BO_3 , $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ และ $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ผสมให้เข้ากันในน้ำจำนวน 10 ลิตร
2. เติม KNO_3 , MgSO_4 และ KPO_4 ผสมให้เข้ากัน
3. เติมน้ำให้ครบ 25 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อจะนำไปใช้จะทำให้เจือจางในอัตรา 1 : 200 เช่น ถ้าต้องการสารละลาย 10 ลิตรจะต้องใช้ Solution A และ Solution B อย่างละ $1/200 \times 10 \times 100 = 50$ มล.

ในการเตรียมสารละลายธาตุอาหารแต่ละกรรมวิธีจะผสมสารละลายซิลิโคนลงไปในสารละลายธาตุอาหาร (Si 0 และ 100 ppm)

3. การเพาะต้นกล้าและการย้ายต้นกล้าผักกาดหอม

เพาะเมล็ดผักกาดหอมลงบนกระดาษทิชชูชุ่มน้ำในถาดเพาะพลาสติก และใช้กระดาษทิชชูปิดทับเมล็ดผักกาดหอมอีกครั้งหนึ่งแล้วจึงรดน้ำให้ชุ่มแต่ระวังอย่าให้แฉะ เพราะเมล็ดผักกาดหอมจะงอกได้ง่าย หลังจากนั้นควรพ่นน้ำทุกเช้าเย็นประมาณ 4 – 5 วันเมล็ดจะงอกและแตกใบเลี้ยงแล้วนำต้นกล้ามาวางบนฟองน้ำอัดที่บรรจุในกระถางพลาสติกขนาดเล็ก (เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว สูง 2 นิ้ว) แล้วรดด้วยสารละลายให้ฟองน้ำอัดชุ่มพอประมาณ หลังจากนั้นย้ายลงปลูกในรางระบบ NFT (รูปที่ 4)

4. การดูแลรักษา

ทำการเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารทุกๆ สัปดาห์ ซึ่งความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารมีค่า $EC = 2 \text{ ms / cm}^2$ หลังจากย้ายลงรางปลูกเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ต่อมาจึงเพิ่มค่า $EC = 2.5 \text{ ms / cm}^2$ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นให้เพิ่มค่า $EC = 3 \text{ ms / cm}^2$ โดยลดการทดลองให้ปรับค่า pH ของสารละลายธาตุอาหารอยู่ในช่วง 5.5 – 6.0 เสมอ หากพบโรคและแมลงระบาดมากให้ใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัด ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอ

5. การเก็บเกี่ยว

จะทำการเก็บเกี่ยวเมื่อผักกาดหอมมีอายุ 50 วันหลังจากเพาะเมล็ด

6. การแยกเชื้อราที่ปนเปื้อนอยู่ในสารละลายธาตุอาหาร

โดยเก็บตัวอย่างสารละลายธาตุอาหารมาจากถังสารละลายก่อนที่จะมีการจ่ายสารละลายไปยังต้นพืช (solution inlet) จากนั้นทุสัปดาห์จึงทำการเก็บตัวอย่างสารละลายที่ได้ให้แก่พืชแล้ว 1 สัปดาห์ (solution outlet) ลดการทดลองเพื่อมาตรวจแยกเชื้อปนเปื้อน (*Pythium spp.*) โดยวิธี Pour plate technique และ Baiting technique (รูปที่ 5)

6.1 Pour plate technique

เปิดสารละลายธาตุอาหารที่เก็บตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตรใส่ใน plate ที่อบฆ่าเชื้อแล้ว เทอาหารเลี้ยงเชื้อทับลงไปแล้วทำการ spread plate และนำไปบ่มในที่มืด จากนั้นตรวจสอบการเจริญเติบโตของเชื้อภายใน 48 ชั่วโมง และทำการแยกเชื้อบริสุทธิ์เพื่อเก็บไว้จำแนกชนิดของเชื้อต่อไป นำปริมาณเชื้อที่ตรวจพบมาหาค่าเฉลี่ยแต่ละสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 Baiting technique

วิธีการที่ 1 : ใช้ปากกิบ (ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว) กิบเมล็ดแมลงกวาง (เหยื่อล่อ) จำนวน 10 เมล็ดใส่ลงใน plate ที่อบฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นใช้ปิเปตดูดตัวอย่างสารละลายชาตูดที่ต้องการตรวจสอบมา 10 มิลลิลิตร ใส่ลงใน plate เมล็ดแมลงกวางข้างต้น และทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จึงนำเมล็ดแมลงกวางจาก plate ดังกล่าวมาล้างด้วยน้ำกลั่นที่อบฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง แล้วซบเมล็ดแมลงกวางให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู แล้วนำไปวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ทำการบ่มในที่มืดตรวจสอบหาเชื้อรา *Pythium* spp. ภายใน 48 ชั่วโมง นำปริมาณเชื้อที่ตรวจพบมาหาค่าเฉลี่ยแต่ละสัปดาห์

วิธีการที่ 2 : นำเมล็ดแมลงกวางมาล้างด้วย colorox 10 เปอร์เซ็นต์ 20 วินาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นที่อบฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง แล้วซบด้วยกระดาษทิชชูให้แห้ง แล้วนำมาวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ จากนั้นดูดสารละลายชาตูดอาหารที่ต้องการตรวจสอบมา 2 มิลลิลิตร (โดยใช้ปิเปต) ใส่ลงใน plate ที่อบฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นเทอาหารเลี้ยงเชื้อลงไปเขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ แล้วนำเมล็ดแมลงกวางดังกล่าวมาวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ นำมาบ่มในที่มืด ตรวจสอบหาปริมาณเชื้อ *Pythium* spp. ภายใน 48 ชั่วโมง นำปริมาณเชื้อที่ตรวจพบมาหาค่าเฉลี่ยแต่ละสัปดาห์

อาหารที่ใช้ในการแยกเชื้อที่ปนเปื้อนในสารละลายชาตูดอาหาร ทั้งวิธี Pour plate technique และ Baiting technique จะใช้ Selective media สูตร PDA + BNPRA + Rb ซึ่งประกอบด้วย

PDA (dilution)	1	ลิตร
Benomyl	10	มิลลิกรัม
PCNB	25	มิลลิกรัม
Nystatin	25	มิลลิกรัม
Rifampicin	10	มิลลิกรัม
Ampicillin	100	มิลลิกรัม
Rose bengal	5	มิลลิกรัม

7. การสำรวจโรคและความเสียหายที่เกิดขึ้นกับต้นผักกาดหอม

โดยในแต่ละสัปดาห์จะทำการสังเกตและบันทึกผลการสำรวจโรคตลอดจนความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชต่างๆ โดยแบ่งระดับความเสียหายดังนี้

0	=	ไม่เกิดโรคและความเสียหายที่เกิดขึ้นจากแมลงศัตรูพืช
1	=	0 - 25 %
2	=	25 - 50 %
3	=	50 - 75 %
4	=	75 - 100 %

8. การบันทึกผล

8.1 ข้อมูลทางการเจริญเติบโตและผลผลิต

ความสูง

ทำการวัดความสูงของผักกาดหอมทุกๆ สัปดาห์ตลอดการทดลองโดยจะทำการวัดทั้ง 30 ซ้ำของแต่ละกรรมวิธี แล้วหาค่าเฉลี่ย

จำนวนใบ

ทำการนับจำนวนใบของผักกาดหอมทุกๆ สัปดาห์ตลอดการทดลองโดยเริ่มนับใบจริงที่แตกออกมาหลังจากมีใบเลี้ยง 2 ใบ ทำการวัดทั้ง 30 ซ้ำของแต่ละกรรมวิธี แล้วหาค่าเฉลี่ย

เส้นรอบวงของลำต้น

ทำการวัดเมื่อสิ้นสุดการทดลองโดยวัดเส้นรอบวงของลำต้นตำแหน่งที่มีใบจริงที่ 4 และ 5 วัดทั้ง 30 ซ้ำของแต่ละกรรมวิธี แล้วหาค่าเฉลี่ย

น้ำหนักสด

เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการชั่งน้ำหนักสดของผักกาดหอม เฉพาะส่วนของลำต้นและใบ (ไม่รวมราก) เนื่องจากบริเวณรากมีวัสดุปลูกที่เป็นฟองน้ำอัดเกาะติดอยู่บริเวณราก ทำการชั่งน้ำหนักสดของผักกาดหอมทั้ง 30 ซ้ำของแต่ละกรรมวิธี แล้วหาค่าเฉลี่ย

น้ำหนักแห้ง

ทำการชั่งน้ำหนักแห้งหลังจากการนำผักกาดหอมของแต่ละกรรมวิธีหลังจากการอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสจนกว่าจะแห้งสนิท โดยทำการชั่งน้ำหนักแห้ง 30 ซ้ำของแต่ละกรรมวิธี แล้วหาค่าเฉลี่ย

8.2 ข้อมูลทางด้านโรคพืช

ความถี่และปริมาณของเชื้อ *Pythium* spp. ที่ตรวจพบ

การแยกเชื้อโดยวิธี pour plate technique และ baiting technique จะทำการนับ

ปริมาณเชื้อ รายงานผลเป็น CFU/มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรคและความเสียหายอื่นๆที่ตรวจพบ

ทำการสังเกตและบันทึกผลการสำรวจโรคตลอดความเสียหายอื่นๆที่ตรวจพบที่
เกิดจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชต่าง โดยแบ่งระดับความเสียหายดังข้อ 7

8.3 ข้อมูลทางสภาพแวดล้อม (รูปที่ 6)

ความเข้มแสง

ทำการการวัดความเข้มแสงและเก็บข้อมูลตั้งแต่วันจันทร์ – เสาร์ของแต่ละ
สัปดาห์ในบริเวณภายใน และภายนอกโรงเรือน ซึ่งตำแหน่งที่ทำการวัดความเข้มแสงภายในโรง
เรือนคือ บริเวณหัวรางและปลายราง เพื่อเปรียบเทียบกับความเข้มแสงภายนอกโรงเรือน โดยทำ
การวัดวันละ 3 เวลาได้แก่ 8.30 – 9.30, 12.30 – 13.30 และ 15.30 – 16.30 น. แล้วหาค่าเฉลี่ยของ
แต่ละสัปดาห์

อุณหภูมิภายในโรงเรือน

ทำการวัดอุณหภูมิภายในโรงเรือน โดยจะทำการวัดในวันและเวลาเดียวกันที่ทำการ
วัดความเข้มแสง แล้วหาค่าเฉลี่ยแต่ละสัปดาห์

อุณหภูมิภายนอกโรงเรือน

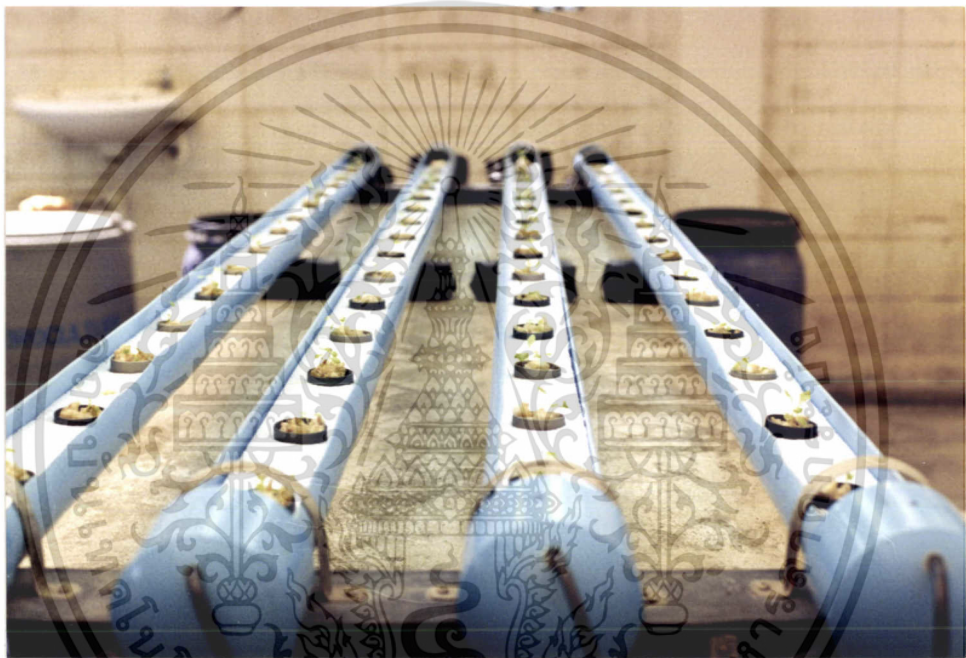
ทำการวัดอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน โดยทำการวัดวันและเวลาเดียวกันที่ทำการ
วัดความเข้มแสงและอุณหภูมิภายในโรงเรือน แล้วหาค่าเฉลี่ยแต่ละสัปดาห์

อุณหภูมิสารละลายธาตุอาหาร

ทำการวัดอุณหภูมิสารละลายธาตุอาหาร โดยจะทำการวัดในวันและเวลาเดียวกันที่ทำการวัดความเข้มแสง อุณหภูมิภายใน และอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน แล้วหาค่าเฉลี่ยแต่ละสัปดาห์

ความชื้นสัมพัทธ์

ทำการวัดความชื้นสัมพัทธ์ โดยทำการวัดในวันและเวลาเดียวกันที่ทำการวัดความเข้ม
แสง อุณหภูมิภายใน และอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน อุณหภูมิสารละลายธาตุอาหาร แล้วหาค่า
เฉลี่ยแต่ละสัปดาห์



รูปที่ 1 ลักษณะรางปลุก

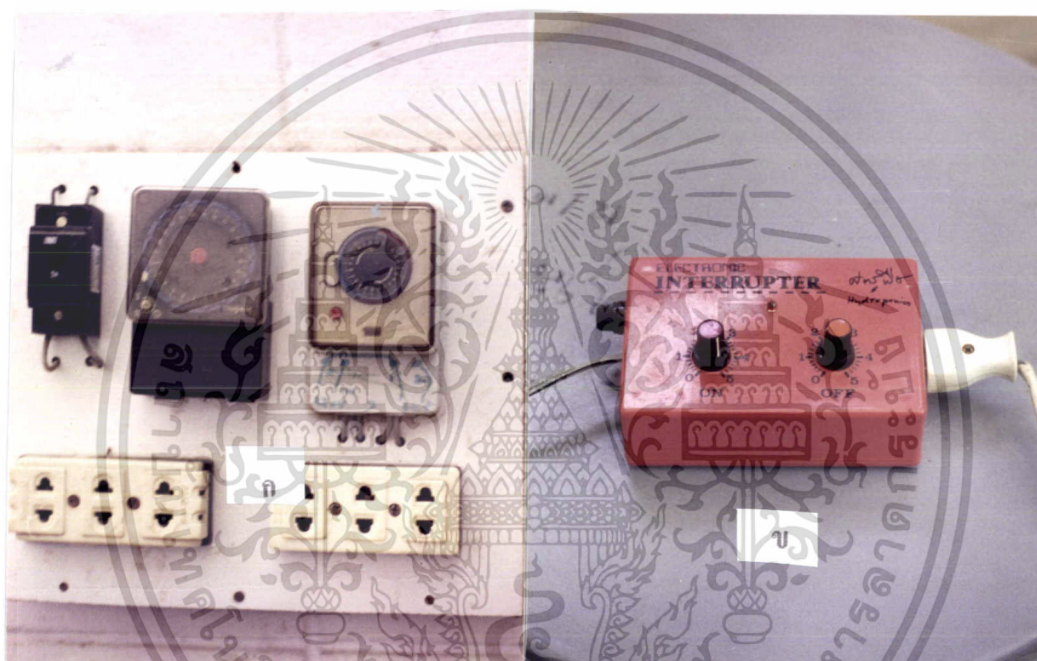
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมปลุก

- ก. กระจกปลุกที่บรรจุด้วยฟองน้ำอัด
- ข. แผ่นโฟมที่ตัดเป็นวงกลมมีขนาดพอดีกับกระจก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตั้งเวลา

ก. Electrical timer

ข. Electronic interrupter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 การย้ายต้นผักกาดหอมที่มีอายุ 2 สัปดาห์ลงระบบปลูก

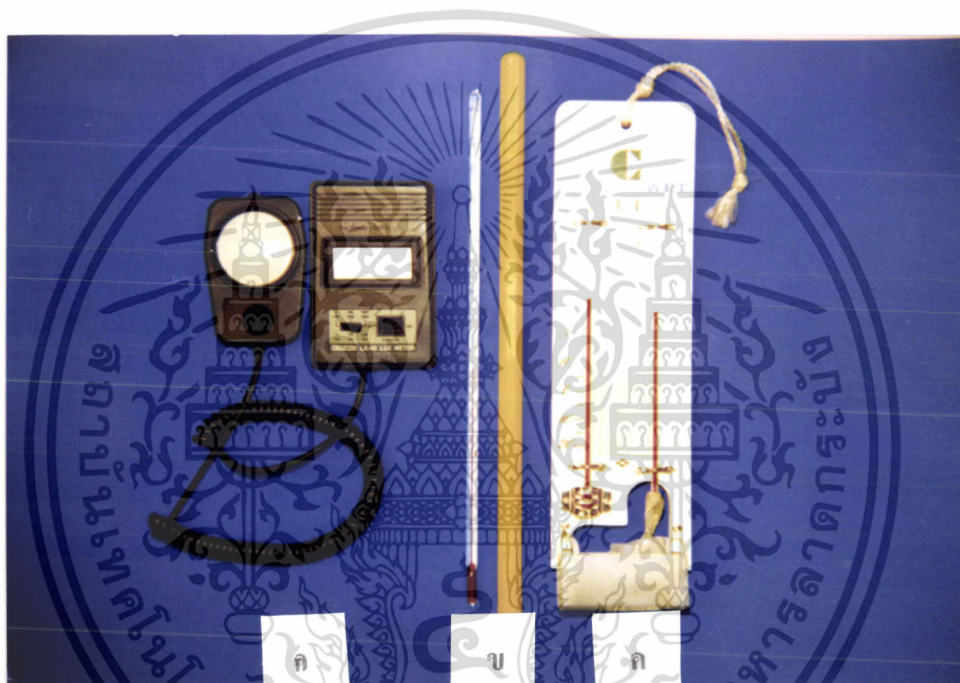
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 การแยกเชื้อรา *Pythium spp.* จากสารละลายธาตุอาหาร

- ก. วิธี Pour Plate Technique
- ข. วิธี Baiting Technique

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลทางด้านสภาพแวดล้อม

- ก. เครื่องวัดความเข้มแสง
- ข. เทอร์โมมิเตอร์
- ค. เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. การเจริญเติบโต

การจากคำเนิการทั้ง 2 crop ผลปรากฏว่า การเจริญเติบโตของผักกาดหอม (ความสูง จำนวนใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง) เมื่อมีอายุ 7 สัปดาห์ ในการทดลอง crop ที่ 1 (พฤศจิกายน - ธันวาคม 2541) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่าง 2 กรรมวิธี (ทดสอบ Si 0 และ 100 ppm) จะมีเพียงเส้นรอบวงของลำต้นเท่านั้นที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 1 และ 2 ผักกาดหอมมีความสูงเท่ากับ 33.53 และ 33.57 ซม. จำนวนใบเท่ากับ 9.06 และ 9.50 ใบ เส้นรอบวงของลำต้นเท่ากับ 1.43 และ 1.62 ซม. น้ำหนักสดเท่ากับ 11.35 และ 11.56 กรัม น้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.60 และ 0.67 กรัมตามลำดับ ส่วนการทดลอง crop ที่ 2 (มีนาคม - เมษายน 2542) มีผลการทดลองในทางตรงกันข้ามกับการทดลอง crop ที่ 1 กล่าวคือ การเจริญเติบโตของผักกาดหอม เมื่ออายุ 7 สัปดาห์ในทุกด้าน (ยกเว้นเส้นรอบวงของลำต้น) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ผสมสารละลายซิลิกอน 100 ppm กลับให้ผลในทางลบต่อการเจริญเติบโต โดยกรรมวิธีที่ 1 และ 2 ผักกาดหอมมีความสูงเท่ากับ 33.13 และ 27.73 ซม. จำนวนใบเท่ากับ 10.07 และ 9.38 ใบ เส้นรอบวงของลำต้นเท่ากับ 1.14 และ 1.08 ซม. น้ำหนักสดเท่ากับ 9.60 และ 6.45 กรัม น้ำหนักแห้งเท่ากับ 0.62 และ 0.43 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 1, รูปที่ 7, 8, 9, 10)

2. การตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อราในสารละลายธาตุอาหาร

จากการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อราสาเหตุโรคพืช (*Pythium spp.*) ในระบบ NFT โดยตรวจสอบจากตัวอย่างสารละลายธาตุอาหารในทั้ง 2 กรรมวิธี (Si 0 และ 100 ppm) ทุกๆ สัปดาห์ ผลปรากฏว่า ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อราดังกล่าวเลยในการทดลองทั้ง 2 crop

3. การสำรวจโรคพืชและอาการผิดปกติต่างๆ ของผักกาดหอมอันเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ

จากการสำรวจความเสียหายของผักกาดหอมตลอดการทดลองทั้ง 2 crop พบว่า มีความสอดคล้องกับการศึกษาในข้อ 2 คือ เมื่อไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อราในระบบจึงไม่พบอาการของโรคพืชดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามพบความเสียหายลักษณะอื่นเกิดขึ้นกับผักกาดหอมที่ปลูก กล่าวคือ พบการเข้าทำลายของหนูเฉพาะการทดลอง crop ที่ 2 เท่านั้น ซึ่งจะมีการเข้าทำลายในสัปดาห์ที่ 4 ของทั้ง 2 กรรมวิธี ระดับความเสียหายเท่ากับ 1 (0 - 25 %) และไม่พบความเสียหายในสัปดาห์ต่อไป (รูปที่ 11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

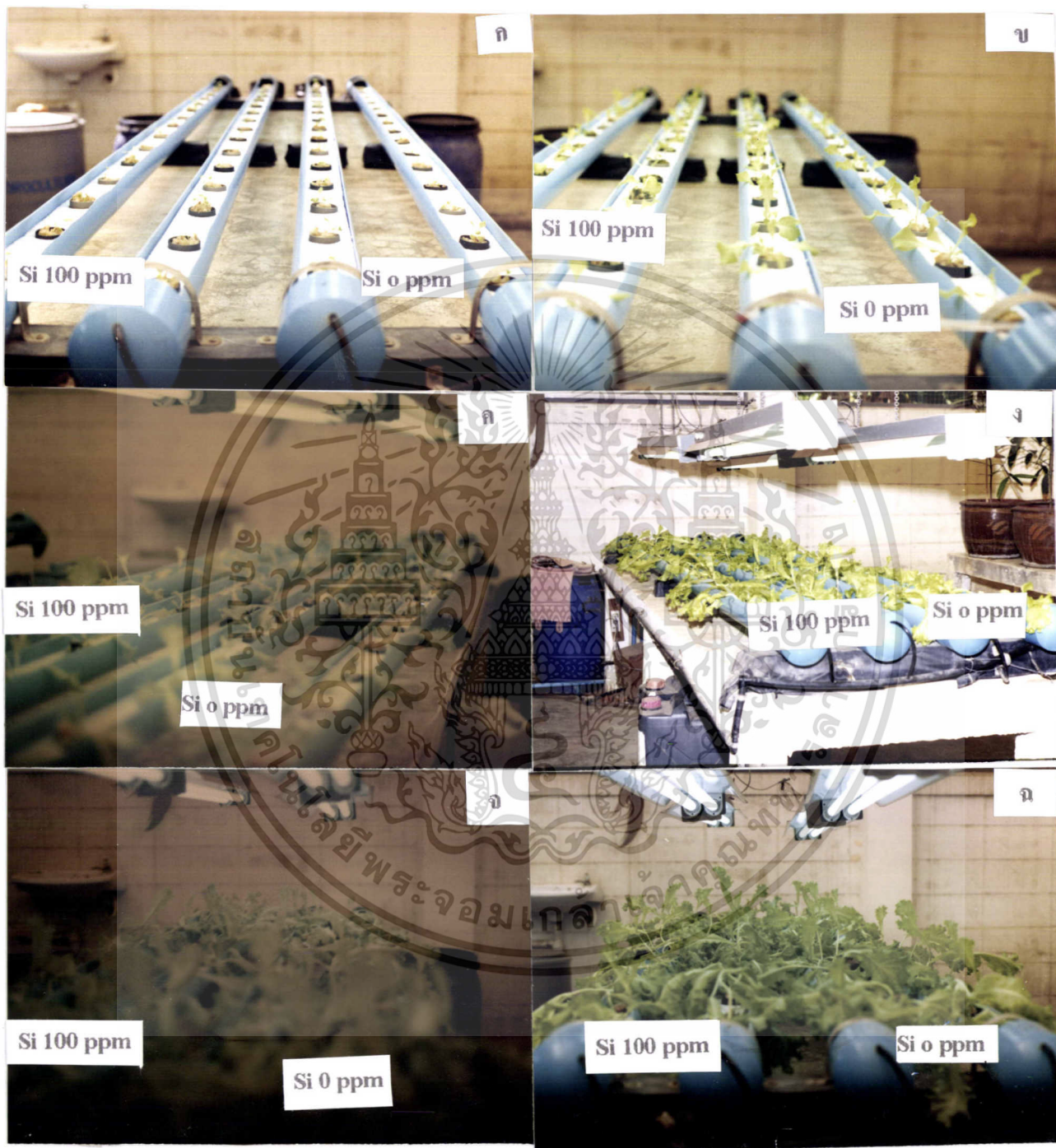
4. อิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม

จากการบันทึกข้อมูลทางด้านสภาพแวดล้อมต่างๆ ทั้ง 2 crop พบว่า มีข้อมูลบางตัวแตกต่างกันของการทดลองทั้ง 2 crop กล่าวคือ อุณหภูมิภายในโรงเรือน และอุณหภูมิสารละลายธาตุอาหารในการทดลอง crop ที่ 2 สูงกว่า crop ที่ 1 และจากการบันทึกครั้งนี้ทำให้ช่วยชี้แนะให้เราเห็นได้ว่าการเจริญเติบโตของผักกาดหอมไม่ได้มีอิทธิพลมาจากสารละลายซิลิโคนเพียงอย่างเดียว แต่กลับได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมด้วย ดังจะเห็นว่า ในแต่ละการทดลองผลเป็นในทำนองเดียวกัน คือ การเจริญของผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ผสมสารละลายซิลิโคน 100 ppm ไม่ได้ดีกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในกรรมวิธีเปรียบเทียบเลข (0 ppm) แต่อย่างไรก็ตามถ้ามองในภาพรวม จะเห็นว่า การเจริญของทั้ง 2 กรรมวิธีในการทดลองที่ 1 จะดีกว่าการทดลองที่ 2 ทั้งนี้เป็นอิทธิพลมาจากสภาพแวดล้อม ดังนั้นเพื่อจะแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลทางด้านนี้ที่มีต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมให้ชัดเจนจึงได้นำข้อมูลทางด้านสภาพแวดล้อมทุกข้อมูลมารวบรวมทำเป็นกราฟเปรียบเทียบกับข้อมูลทางด้านการเจริญเติบโตของพืช (ตารางที่ 1, ตารางผนวกที่ 2 - 11, รูปที่ 12)

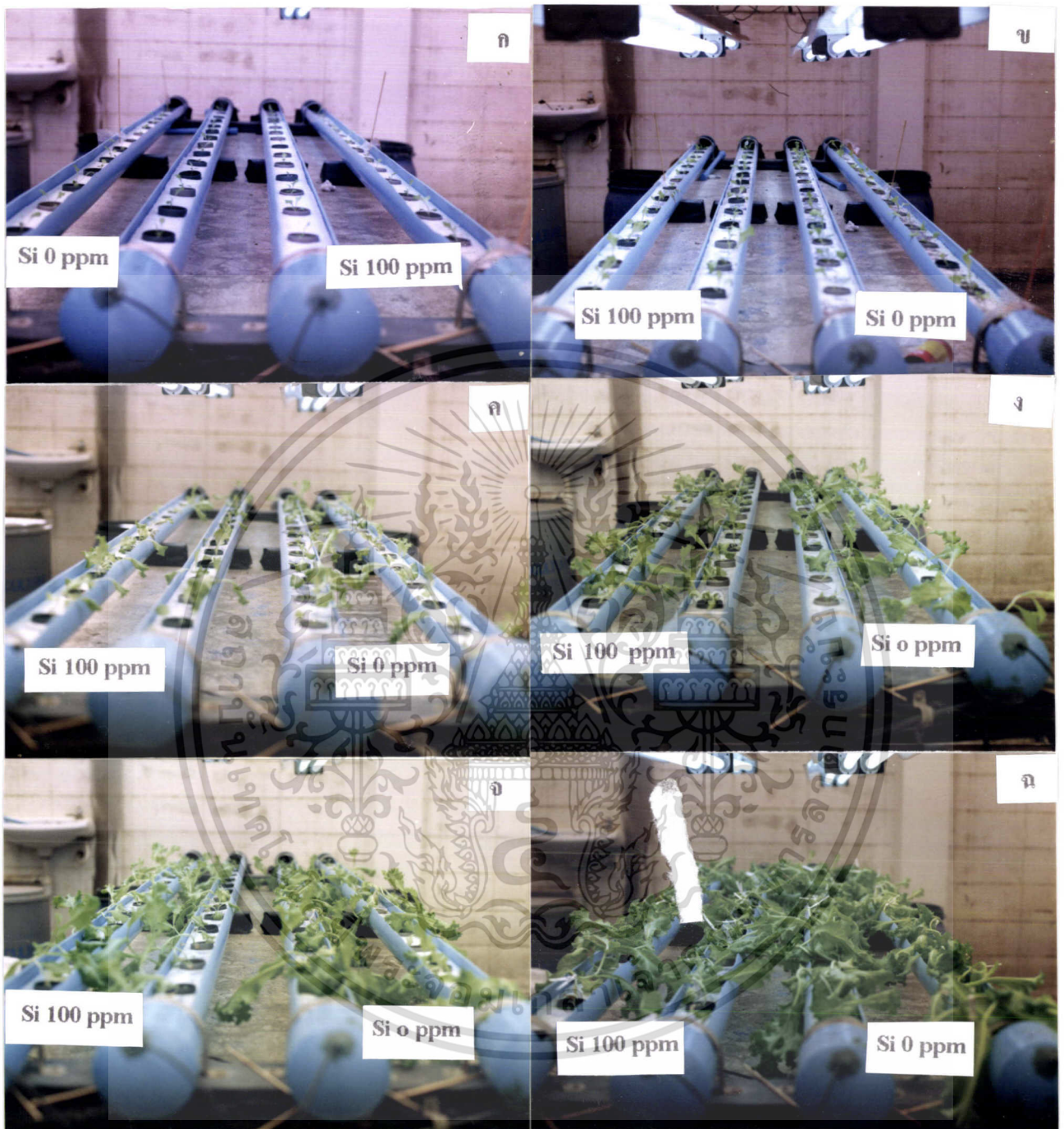
ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตของผักกาดหอม เมื่อมีอายุ 7 สัปดาห์ (ความสูง จำนวนใบ เส้นรอบวงของลำต้น น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง)ที่ปลูกในระบบ NFT ซึ่งใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร Benoit ผสมกับสารละลายซิลิกอน (0 และ 100 ppm) ในการทดลอง crop ที่ 1 และ crop ที่ 2

Si (ppm)	ความสูง (ซม.)	จำนวนใบ (ใบ)	เส้นรอบวงของลำต้น (ซม.)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
crop ที่ 1					
(พ.ย.-ธ.ค. 2541)					
0	33.53 a ^u	9.06 a	1.43 b	11.35 a	0.60 a
100	33.57 a	9.50 a	1.62 a	11.56 a	0.67 a
crop ที่ 2					
(มี.ค.-เม.ย. 2542)					
0	33.13 a	10.07 a	1.14 a	9.60 a	0.62 a
100	27.73 b	9.38 b	1.08 a	6.45 b	0.43 b

^u ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



รูปที่ 7 การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอม (ภาพ ก, ข, ค, ง, จ และ ฉ ในแต่ละสัปดาห์ที่ 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 ตามลำดับ) ที่ปลูกในระบบ NFT ใช้สารละลายธาตุอาหารผสมสารละลายซิลิกอน (0 และ 100 ppm) (จากการทดลอง crop ที่ 1 : พ. ย.-ธ. ค. 2541)
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 การเจริญเติบโตผักกาดหอม (ภาพ ก, ข, ค, ง, จ และ ฉ ในสัปดาห์ที่ 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 ตามลำดับ) ที่ปลูกในระบบ NFT ใช้สารละลายธาตุอาหารผสมสารละลายซิลิกอน (0 และ 100 ppm) (จากการทดลอง crop ที่ 2 : มี. ค.-เม. ย. 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักกาดหอม ที่ปลูกในระบบ NFT ใช้สารละลายธาตุอาหารผสมสารละลายซิลิกอน (0 และ 100 ppm) (เมื่อสิ้นสุดการทดลอง crop ที่ 1 : พ. ย.-ธ. ค. 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10 เปรียบเทียบการเจริญของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบ NFT ใช้สารละลายธาตุอาหารผสมสารละลายซิลิกอน (0 และ 100 ppm) (เมื่อสิ้นสุดการทดลอง crop ที่ 2 : มี. ค.-เม. ย. 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ความเสียหายอันเนื่องมาจากการเข้าทำลายของหนูนุ ที่เกิดขึ้นกับผักกาดหอม ที่ปลูกในระบบ NFT ซึ่งใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร Benoit ผสมกับสารละลายซิลิโคน (0 และ 100 ppm) (ตรวจสอบตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง crop ที่ 1 และ 2)

Si (ppm)	ระดับความเสียหายที่เกิดจากการทำลายของหนูนุ ¹					
	สัปดาห์					
	2	3	4	5	6	7
crop ที่ 1 (พ.ย.-ธ.ค. 2541)						
0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0
crop ที่ 2 (มี.ค.-เม.ย. 2542)						
0	0	0	1	0	0	0
100	0	0	1	0	0	0

¹ ระดับความเสียหายที่เกิดจากการทำลายของหนูนุ มีอยู่ด้วยกัน 5 ระดับคือ

0 = ไม่มีความเสียหาย

1 = 0-25 %

2 = 25-50 %

3 = 50-75 %

4 = 75-100 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11 ลักษณะของต้นผักกาดหอมที่ถูกหนุเข้าทำลาย

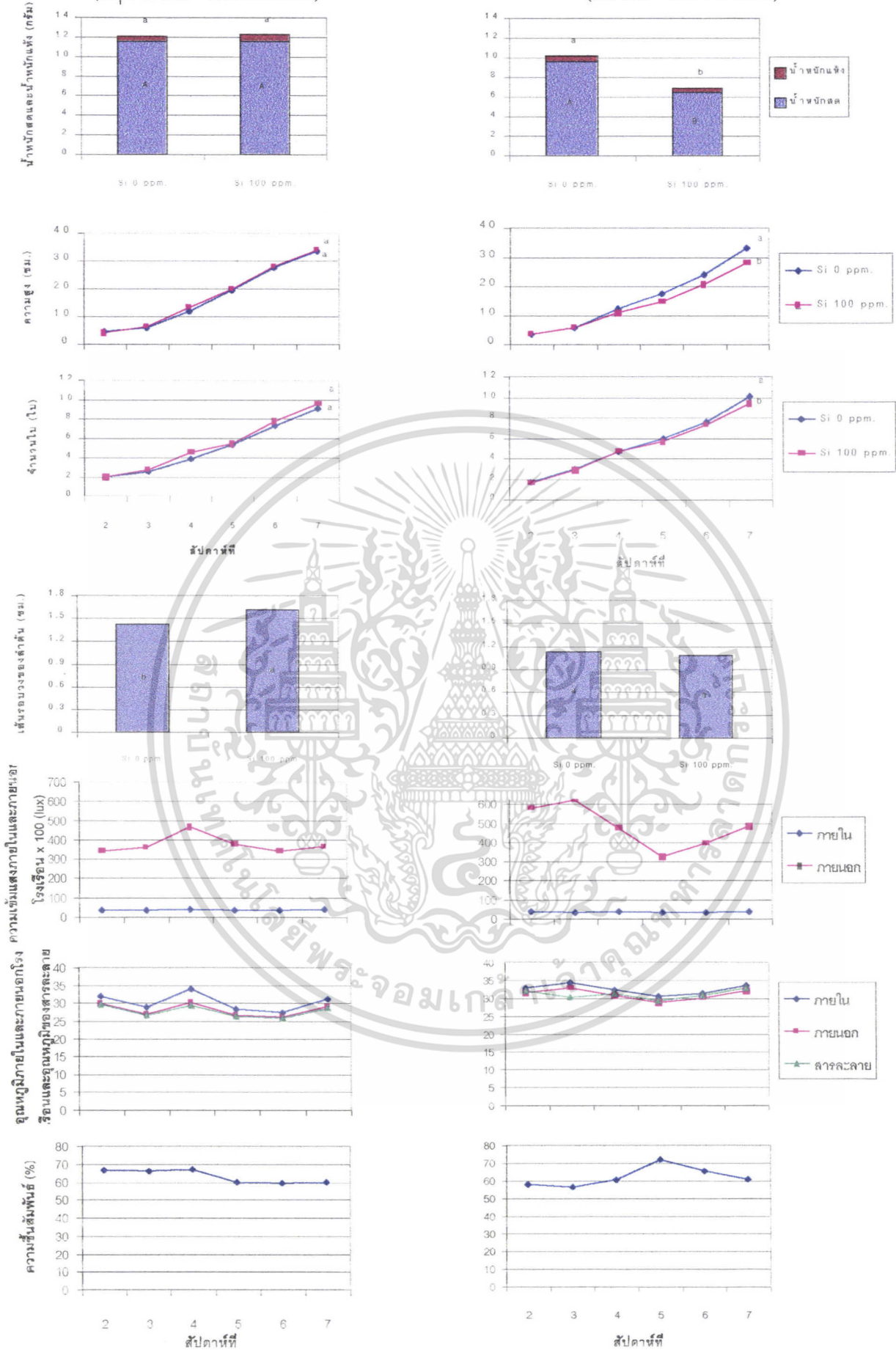
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลอง crop ที่ 1

(พฤศจิกายน - ธันวาคม 2541)

การทดลอง crop ที่ 2

(มีนาคม - เมษายน 2542)



รูปที่ 12 อิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม (น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ความสูง จำนวนใบ และเส้นรอบวงของลำต้น) เป็นเอกสารที่ส่งมอบเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด การอ้างสิทธิ์ของเจ้าของลิขสิทธิ์ (Benoit ผสมสารละลายซิลิกอน (0 และ 100 ppm) (เปรียงเหยียบ) ในวารสารใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ การทดลอง crop ที่ 1 : พฤศจิกายน - ธันวาคม 2541 และ crop ที่ 2 : มีนาคม - เมษายน 2542)

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการที่การทดลองทั้ง 2 crop มีผลการทดลองในทางตรงกันข้าม กล่าวคือ การทดลอง crop ที่ 1 การเจริญเติบโตของผักกาดหอมในทุกด้าน ยกเว้นเส้นรอบวงของลำต้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการทดลอง crop ที่ 2 สารละลายซิลิโคนมีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในทุกด้าน ยกเว้นเส้นรอบวงของลำต้นในทางลบ เนื่องจากในการทดลอง crop ที่ 1 ในช่วงสัปดาห์ที่ 4 และ 5 เกิดข้อผิดพลาดจากการขาดสารละลายซิลิโคน จึงไม่มีการผสมสารละลายซิลิโคน (100 ppm) ในสารละลายธาตุอาหารกรรมวิธีที่ 2 ทำให้ไม่มีความแตกต่างระหว่างทั้ง 2 กรรมวิธี ทำให้ไม่มีความแตกต่างระหว่าง 2 กรรมวิธี จึงไม่สามารถนำผลการทดลอง crop ที่ 1 มาใช้ในการศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิโคนที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในระบบ NFT ได้ ดังนั้นจะใช้เฉพาะผลการทดลอง crop ที่ 1 เท่านั้น

การเจริญเติบโตของผักกาดหอม (ความสูง จำนวนใบ เส้นรอบวงของลำต้น น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง) เมื่อมีอายุ 7 สัปดาห์ที่ปลูกในระบบ NFT ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร Benoit ผสมกับสารละลายซิลิโคน 0 และ 100 ppm พบว่า สารละลายซิลิโคนมีผลในทางลบกับการเจริญเติบโตของผักกาดหอม กล่าวคือ ทำให้มีการเจริญเติบโตน้อยกว่าที่ไม่ได้รับซิลิโคน ซึ่งจากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้น ไม่สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของนักวิจัยท่านอื่น ซึ่งทำการทดลองแล้วพบว่า สารละลายซิลิโคนมีผลในการเพิ่มการเจริญเติบโตและลดการเกิดโรค (Cherif and Belanger, 1992; Cherif *et al.*, 1994; Menzies *et al.*, 1991; 1992, Miyake and Takahashi, 1983a; 1983b) ซึ่งส่วนใหญ่จะรายงานถึงผลดีที่ได้รับจากสารละลายซิลิโคน แต่พืชที่ทำการทดลองเป็นพืชต่างชนิดกัน (ส่วนใหญ่จะเป็นแตงกวายุโรป และองุ่น) และยังไม่มีการศึกษาในผักกาดหอม ยิ่งไปกว่านั้นจากการทดลองซ้ำทั้ง 2 ครั้งนี้ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อรา *Pythium spp.* ซึ่งอาจส่งผลให้บทบาทของสารละลายซิลิโคนต่อเชื้อแสดงไม่เด่นชัดนัก (เพราะบทบาทของสารละลายซิลิโคนมี 2 แง่ คือ ในแง่บทบาททางด้านการป้องกันโรคพืช และเพิ่มความแข็งแรงให้แก่พืช)

จากผลการทดลองทั้ง 2 crop พบว่าการเจริญเติบโตของผักกาดหอม ไม่ได้มีอิทธิพลมาจากสารละลายซิลิโคนเพียงอย่างเดียว แต่กลับมีอิทธิพลทางด้านสภาพแวดล้อมร่วมด้วย กล่าวคือ การเจริญเติบโตของผักกาดหอมในทุกด้านของการทดลอง crop ที่ 1 ดีกว่า crop ที่ 2 เป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมโดยการทดลอง crop ที่ 2 มีอุณหภูมิภายในโรงเรือนและอุณหภูมิสารละลายธาตุอาหารสูงกว่าการทดลอง crop ที่ 1 ซึ่งผักกาดหอมชอบอากาศค่อนข้างเย็น (อุณห. 25/29)

สรุปผลการทดลอง

1. ผักกาดหอมสามารถปลูกในระบบ NFT ได้ หากมีการดูแลระบบและจัดการสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม ซึ่งทั้งนี้จะทำให้ไม่พบปริมาณเชื้อรา *Pythium spp.* ปนเปื้อนในระบบเลย
2. ผลของสารละลายซิลิกอนที่มีต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม ไม่ได้ให้ผลเป็นที่น่าพอใจ กล่าวคือ การเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารผสมสารละลายซิลิกอน (100 ppm) ไม่ได้ดีกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในกรรมวิธีเปรียบเทียบเลย ถ้านำผลการทดลองนี้ไปประมวณร่วมกับรายงานการวิจัยจากต่างประเทศ (Bloemhard, 1992; Bowen et al., 1992; Cherif and Belanger, 1992; 1994; Cherif et al., 1994; Menzies et al., 1991; 1992; Miyake and Takahashi, 1983a; 1983b) พอจะสรุปได้ว่า บทบาทของสารละลายซิลิกอนต่อการเจริญเติบโตของพืช จะค่อนข้างเฉพาะเจาะจงต่อชนิดพืชที่ปลูก
3. ในแง่บทบาทของสารละลายซิลิกอนต่อเชื้อรา *Pythium spp.* จากการทดลองนี้ยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัด เนื่องจากในการทดลองสารละลายธาตุอาหารที่ผสมสารละลายซิลิกอน (100 ppm) และในกรรมวิธีเปรียบเทียบ (0 ppm) ไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อดังกล่าว
4. นอกเหนือจากอิทธิพลของสารละลายซิลิกอน การเจริญเติบโตของผักกาดหอมยังได้รับอิทธิพลมาจากสภาพแวดล้อม

ข้อเสนอแนะ

1. จากข้อสรุปดังกล่าวข้างต้นที่ว่าบทบาทของสารละลายซิลิกอนต่อการเจริญเติบโตของพืช จะค่อนข้างเฉพาะเจาะจงกับพืชที่ปลูก ดังนั้น ก่อนที่จะนำสารละลายซิลิกอนไปใช้ได้จริงกับพืชชนิดใด ต้องทำการศึกษาเกี่ยวกับพืชชนิดนั้นๆ ก่อนทุกครั้งไป หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งถ้าต้องการทราบบทบาทของสารละลายซิลิกอนต่อการเจริญเติบโตของพืชไว้เป็นข้อมูลอ้างอิง ก็ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับพืชหลากหลายชนิด
2. ถ้าต้องการพัฒนาศักยภาพของพืชผักในระบบ NFT ได้เป็นอย่างดี ควรมีการดูแลระบบและจัดการสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- กระบวน วัฒนปรีชานนท์ และเอกสิทธิ์ วัฒนปรีชานนท์. 2536. การปลูกผักกาดหอม กั้นฉ่ำย และ ผักชีโดยไม่ใช้ดิน. จากประมาณผลงานวิจัยการประชุมเสนอผลงานวิจัยเฉลิมฉลอง 80 ปี แห่งการสถาปนจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 729-734.
- จิระเดช แจ่มสว่าง วนิตา พงษ์ศักดิ์ชาติ และ วรณวิไล เกษนรา. 2534. การตรวจนับปริมาณ เชื้อ *Pythium aphanidermatum* ในดินโดยวิธีเจือจางดินและการใช้เหยื่อล่อ. *วารสารเกษตร (วิทย์)*. 25 : 39 – 46.
- ถนิมนันต์ เจนอักษร. 2538. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. *วารสารวิจัยและพัฒนาการเกษตร*. 2 (2) : 61-63.
- รัตติยา จันทร์แก้วแร่. 2541. การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อรา *Fusarium oxysporum*. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยี การเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. 78 หน้า.
- อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2538. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน *Hydroponics*. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะ เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. 146 หน้า.
- อุดม โกสสัยสุก. 2529. การปลูกผักกั้นใบ. ห้างหุ้นส่วนจำกัด อักษรบัณฑิต. 34 หน้า.
- Belanger, R. R., P. A. Bowen, D. L. Ehret, and J. G. Menzies. 1995. Soluble silicon : Its role in crop and disease management of greenhouse crops. *Plant Disease*. 79 (4) :329 – 336.
- Benoit, F. 1992. *Practical guide for simple soilless culture techniques*. European Vetgetable R & D Center, St. – Katelijne – Waver, Belgium. 72p.
- Bloemhard, C. 1992. The effects of Si application on cucumber during a short cropping period. Page 17 in : *Annual Report 1992 Glasshouse Cropla Research Station, Naaldwijk, The Netherlands*.
- Bowen, P., J. Menzies, D. Ehret, L. Samuels and A. D. M. Glass. 1992. Soluble silicon sprays inhibit powdery mildew development on grape leaves. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117 (6) : 906 – 912.
- Cherif, M., A. Asselin, and R. R. Belanger. 1994 . Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. *Phytopathology*. 84 : 236 – 242.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Cherif, M., and R. R. Belanger. 1992. Use of potassium silicate amendments in recirculating nutrient solutions to suppress *Pythium ultimum* on long English cucumber. *Plant Dis.* 76 : 1008 – 10011.
- Cherif, M., N. Benhamou, J. G. Menzies, and R. R. Belanger. 1992a. Silicon induced resistance in cucumber plants against *Pythium ultimum* on long English cucumber. *Physio. Mol. Plant Pathol.* 41 : 411 – 425.
- Cherif, M., J. G. Menzies, N. Benhamou, and R. R. Belanger. Studies of silicon distribution in wounded and *Pythium ultimum* infected cucumber plants. *Physio. Mol. Plant Pathol.* 41 : 371 – 385.
- Cherif, M., J. G. Menzies, D. L. Ehret, C. Bogdanoff, and R. R. Belanger. 1994. Yield of cucumber infected with *Pythium aphanidermatum* when grown with soluble silicon. *HortScience.* 29 : 896 – 897.
- Hessayon, D. G. 1995. The vegetable export. Jarrold & sons, Ltd. USA. 127p.
- Ikeda, H. 1989. Hydroponics, or Soilless culture. *Kenshu-In.* 64 : 2-4.
- Menzies, J. G., D. L. Ehret, A. D. M. Glass, T. Helmer, C. Koch, and F. Seywerd. 1991. Effect of soluble silicon on the parasitic fitness of *Sphaerotheca fuliginea* on *Cucumis sativus*. *Phytopathology.* 81 : 84 – 88.
- Menzies, J., P. Bowen, D. Ehret, and A. D. M. Glass. 1992. Foliar applications of potassium silicate reduce severity of powdery mildew on cucumber, muskmelon and zucchini squash. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117 (60) : 902 – 905.
- Miyake, Y., and E. Takahashi. 1983a. Effect of silicon on the growth of solution – cultured cucumber plant. *Soil Sci. Plant Nutr.* 29 (1) : 71 – 83.
- Miyake, Y., and E. Takahashi. 1983b. Effect of silicon on the growth of cucumber plant in soil culture. *Soil Sci. Plant Nutr.* 29 (4) : 463 – 471.
- Resh, H. M. 1981. Hydroponic food production. Woodbridge Press Publishing Company, California. 140 p.
- Samuels, A. L., A. D. M. Glass, D. L. Ehret, and J. G. Menzies. 1991a. Distribution of silicon in cucumber leaves during infection by powdery mildew fungus (*Sphaerotheca fuliginea*). *Can. J. Bot.* 69 : 140 – 146.

Samuels, A. L., A. D. M. Glass, D. L. Ehret, and J.G. Menzies. 1991b. Mobility and deposition of silicon in cucumber plants. *Plant Cell Environ.* 14 : 485 – 492.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 สูตรสารละลายธาตุอาหาร (Benoit, 1992) ที่ใช้ในการทดลอง

ชนิดของสาร	น้ำหนักของสารที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย	
Solution A		
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (15.5% N)	1675	g
KNO_3 (14% N)	740	g
Fe-EDDHA (6% Fe)	125	g
Solution B		
KNO_3 (14% N)	740	g
KPO_4 (35% K_2O)	442.5	g
MgSO_4 (16.7% MgO)	400	g
MnSO_4 (32% Mn)	4.25	g
H_3BO_3 (11.3% B)	7.125	g
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (23% Zn)	2.87	g
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (25% Cu)	0.47	g
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (40% Mo)	0.3	g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 ความสูง และจำนวนใบของผักกาดหอมในแต่ละสัปดาห์ ที่ปลูกในระบบ NFT ซึ่งใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร Benoit ผสมสารละลายซิลิคอน (0 และ 100 ppm) ของ crop ที่ 1 (พ.ย.-ธ.ค. 2541)

สัปดาห์	การเจริญเติบโตของผักกาดหอม					
	ความสูง (ซม.)			จำนวนใบ(ใบ)		
	Si 0 ppm	Si 100 ppm	CV(%)	Si 0 ppm	Si 100 ppm	CV(%)
2	4.30 a ^u	3.98 a	19.86	1.96 a	1.96 a	26.59
3	5.60 a	5.80 a	18.22	2.50 a	2.66 a	20.28
4	11.62 b	12.86 a	12.98	3.80 b	4.46 a	12.97
5	19.23 a	19.45 a	12.47	5.30 a	5.36 a	10.61
6	27.18 a	27.61 a	10.79	7.26 b	7.73 a	10.47
7	33.53 a	33.57 a	8.84	9.06 a	9.50 a	14.82

^u ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 3 ความสูง และจำนวนใบของผักกาดหอมในแต่ละสัปดาห์ ที่ปลูกในระบบ NFT ซึ่งใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร Benoit ผสมกับสารละลายซิลิกอน (0 และ 100 ppm) ในการทดลอง crop ที่ 2 (มี.ค.-เม.ย. 2542)

สัปดาห์	การเจริญเติบโตของผักกาดหอม					
	ความสูง (ซม.)			จำนวนใบ(ใบ)		
	Si 0 ppm	Si 100 ppm	CV(%)	Si 0 ppm	Si 100 ppm	CV(%)
2	3.25 a ^u	3.38 a	23.86	1.63 a	1.60 a	32.66
3	5.57 a	5.63 a	27.12	2.96 a	2.88 a	14.20
4	12.00 a	10.89 a	28.75	4.69 a	4.65 a	3.42
5	17.46 a	14.28 b	23.15	5.96 a	5.69 a	9.86
6	24.09 a	20.67 b	19.63	7.50 a	7.23 a	13.46
7	33.13 a	27.73 b	19.40	10.07 a	9.38 b	10.07

^u ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 4 ความเข้มแสงภายในและภายนอกโรงเรือนตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง
crop ที่ 1 (พ.ย.-ธ.ค. 2541)

สัปดาห์	ปริมาณความเข้มแสง x 100 (Lux)			
	ภายในโรงเรือน			ภายนอกโรงเรือน
	ต้นราง	ปลายราง	ค่าเฉลี่ย	
2	33.96	29.91	31.93	336.26
3	33.61	32.66	33.13	358.94
4	36.66	36.77	36.71	463.11
5	36.93	33.53	35.23	374.06
6	34.83	34.61	34.72	336.61
7	34.60	39.20	36.90	361.26
เฉลี่ย	35.09	34.44	34.77	371.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ 5 ความเข้มแสงภายใน และภายนอกโรงเรียน ตลอดระยะเวลาที่ทำการ
ทดลอง crop ที่ 2 (มี.ค.-เม.ย. 2542)**

สัปดาห์	ปริมาณความเข้มแสง x 100 (Lux)			
	ภายในโรงเรียน			ภายนอกโรงเรียน
	ต้นราง	ปลายราง	ค่าเฉลี่ย	
2	36.82	34.42	35.62	578.20
3	35.26	34.72	34.99	621.39
4	36.72	35.23	35.97	472.93
5	33.12	30.79	30.95	326.10
6	34.61	33.53	34.07	396.40
7	36.10	35.98	36.04	482.65
เฉลี่ย	35.43	34.11	34.77	478.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 6 อุณหภูมิภายใน และภายนอกโรงเรียนตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง
crop ที่ 1 (พ.ย.-ธ.ค. 2541)

สัปดาห์	อุณหภูมิเฉลี่ย (ซ°)	
	อุณหภูมิในโรงเรียน	อุณหภูมิภายนอกโรงเรียน
2	31.8	29.8
3	28.8	26.7
4	33.9	30.1
5	28.3	26.4
6	27.2	25.9
7	31.2	29.1
เฉลี่ย	30.2	28.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ 7 อุณหภูมิภายใน และภายนอกโรงเรียนตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง
crop ที่ 2 (มี.ค.-เม.ย. 2542)**

สัปดาห์	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	
	ภายในโรงเรียน	ภายนอกโรงเรียน
2	32.6	31.5
3	34.3	32.7
4	32.1	30.7
5	30.4	28.6
6	31.3	29.9
7	33.4	31.9
เฉลี่ย	32.35	30.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8 อุณหภูมิสารละลายธาตุอาหาร ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง crop ที่ 1
(พ.ย.-ธ.ค. 2541)

สัปดาห์	อุณหภูมิสารละลายธาตุอาหารเฉลี่ย (°C)
2	29.9
3	26.6
4	29.4
5	26.2
6	25.8
7	28.5
เฉลี่ย	27.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 อุณหภูมิสารละลายธาตุอาหาร ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง crop ที่ 2
(มี.ค.-เม.ย. 2542)

สัปดาห์	อุณหภูมิสารละลายธาตุอาหารเฉลี่ย (°C)
2	31.9
3	30.2
4	31.3
5	29.1
6	30.6
7	32.7
เฉลี่ย	31.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10 ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง crop
ที่1 (พ.ย.-ธ.ค. 2541)

สัปดาห์	ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน (%)
2	66.5
3	66.0
4	67.0
5	59.8
6	59.4
7	59.8
เฉลี่ย	63.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 11 ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง crop
ที่ 2 (มี.ค.-เม.ย. 2542)

สัปดาห์	ระดับความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน(%)
2	57.8
3	56.2
4	60.4
5	71.8
6	65.6
7	60.8
เฉลี่ย	62.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้