สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานผลการวิจัย ปีงบประมาณ 2540

เรื่อง

บทบาทของ Soluble silicon ในการป้องกันกำจัดโรคของแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบ Hydroponics

Soluble silicon : Its role in disease management of hydroponically grown long English cucumber plants

โดย

ผศ.ดร.ถนิมนันต์ เจนอักษร

RCH
SB
608
.C88
เลขหมู่ ก 228 ร
เลขทะเบียน 32074
วัน, เดือน, ปี - 9 ก.พ. 2542

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กันยายน 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทบาทของ Soluble silicon ในการป้องกันกำจัดโรคของแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบ Hydroponics

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ดำเนินการขึ้นเพื่อศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนในการป้องกันกำจัดโรคที่เกิดกับแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน โดยแบ่งการวิจัยเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 ศึกษาและสำรวจโรคที่เกิดกับแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชดังกล่าว ส่วนที่ 2 ศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อราชนิดต่างๆ (ที่ตรวจพบจากการวิจัยส่วนที่ 1) ในสภาพห้องปฏิบัติการ ส่วนที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายซิลิคอนในการป้องกันกำจัดโรคแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน จากการวิจัยพบว่า มีโรคราแป้งขาวและโรคโคนเน่ารากเน่าเกิดขึ้นในช่วงที่ต้นแตงกวาอยู่ในระยะให้ผลผลิต สำหรับเชื้อราที่ตรวจพบว่าปนเปื้อนอยู่ในระบบมีทั้งสิ้น 12 genera โดยเชื้อราที่น่าสนใจนำมาศึกษาต่อไปในการวิจัยส่วนที่ 2 คือ *Pythium* sp. และ *Fusarium* sp. ซึ่งเชื้อราทั้ง 2 genera นี้ สามารถทำให้เกิดโรคกับพืชดังกล่าวได้ จากการวิจัยส่วนที่ 2 พบว่า สารละลายซิลิคอนมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราทั้ง 2 ทั้งทางด้าน vegetative growth และ reproductive growth อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบว่าสารละลายที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm น่าจะเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดที่ควรแนะนำให้ใช้ในการควบคุมเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ในสภาพห้องปฏิบัติการ เพราะว่าที่ระดับดังกล่าวจะสามารถยับยั้งการปลดปล่อย zoospores ได้อย่างสมบูรณ์ สำหรับเชื้อ *Fusarium oxysporum* พบว่า สารละลายซิลิคอนที่ 3000 ppm จะชะลอการสร้างและการงอกของ macroconidia และ microconidia ได้ดีที่สุด ในการวิจัยส่วนที่ 3 ได้นำผลการวิจัยจากส่วนที่ 1 และ 2 มาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลจากรายงานต่างประเทศ และนำมาศึกษาในสภาพการปลูกจริงพบว่า สารละลายซิลิคอน (100 และ 200 ppm) มีผลในการป้องกันกำจัดโรคของแตงกวาพันธุ์ผลยาวได้ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีเปรียบเทียบ โดยจะตรวจพบโรคเฉพาะในกรรมวิธีเปรียบเทียบเท่านั้น ยิ่งไปกว่านั้นผลดีจากการใช้สารละลายซิลิคอนที่เห็นได้อย่างชัดเจนที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองที่ผ่านมา คือต้นแตงกวาที่ได้รับสารละลายซิลิคอนสามารถได้จำนวนผลผลิตต่อต้นตรงตามเป้าหมายที่กำหนด เท่ากับเป็นการช่วยพัฒนาศักยภาพการปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาวในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ในเขตลาดกระบังกรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Soluble silicon : Its role in disease management of hydroponically grown long English cucumber plants

Abstract

This research was conducted in order to study the role of soluble silicon in controlling diseases on long English cucumber grown in hydroponics. The research consisted of 3 parts ; Part I : Study on disease occurrence including the spread of fungi in the recirculated cultures; Part II : Study on the role of soluble silicon on an *in vitro* growth of fungi found in Part I; Part III : Study on soluble silicon in controlling diseases on long English cucumber in hydroponics. From the results, it was shown that the diseases found were powdery mildew and collar and root rot which occurred on matured-plants. Twelve genera of fungi were detected in the recirculated cultures. Only 2 genera, namely *Pythium* sp. and *Fusarium* sp. caused the diseases on cucumber were focussed and further studied in Part II. From Part II, it showed that all tested concentrations of soluble silicon could significantly inhibit vegetative and reproductive growth of the two fungi. Considering the zoospore of *P. aphanidermatum* as primary innoculum causing the disease, 1000 ppm of soluble silicon should be recommended to be the most appropriate concentration for controlling *P. aphanidermatum in vitro* as well as the disease caused by this fungus since zoospore discharge was completely inhibited by this concentration of soluble silicon. For controlling *Fusarium oxysporum*, 3000 ppm of soluble silicon was shown to be the most effective concentration in retarding the production and germination of microconidia and macroconidia. Research in Part III was conducted based on the results of Part I and II together with the other references in order to examine the beneficial effect of soluble silicon. From the result, soluble silicon was in part in reducing the disease since the diseases were occurred only on the plant in control. Besides, soluble silicon seemed to be in part in developing the potential of growth of long English cucumber in hydroponics in Ladkrabang area Bangkok providing that greenhouse condition as well as management are proper.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย i

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ii

สารบัญ iii

สารบัญตาราง iv

สารบัญภาพ viii

สารบัญภาคผนวก xii

ความสำคัญและที่มา 1

วัตถุประสงค์ 3

การตรวจเอกสาร 4

การดำเนินการวิจัย 6

ส่วนที่ 1 การศึกษาและสำรวจโรคที่เกิดกับแตงกวาพันธุ์ผลยาว ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (hydroponics) 7

ส่วนที่ 2 การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อราชนิดต่างๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ 58

ส่วนที่ 3 การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายซิลิคอน ในการป้องกันกำจัดโรคของแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน 94

สรุปผลการศึกษา 103

ข้อเสนอแนะ 104

เอกสารอ้างอิง 105

ภาคผนวก 108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ส่วนที่ 1 การศึกษาและสำรวจโรคที่เกิดกับแตงกวาพันธุ์ผลยาว ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (hydroponics)

1 แสดงเชื้อราทั่วๆ ไปที่ตรวจพบในระบบปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาวโดยไม่ใช้ดิน (แบบมีวัสดุปลูก)..... 16

2 แสดงเชื้อราในกลุ่ม zoosporic fungi ที่ตรวจพบในแต่ละสัปดาห์ในระบบปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาวโดยไม่ใช้ดินแบบมีวัสดุปลูก และใช้สารละลายหมุนเวียน..... 19

3 แสดงจำนวนต้นแตงกวาที่เป็นโรคโคนเน่ารากเน่า หลังจากการปลูกเชื้อ *Pythium* spp..... 25

4 แสดงโรคของแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ตรวจพบในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน..... 27

5 แสดงจำนวนต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ที่แสดงความผิดปกติที่ใบและยอด..... 34

6 แสดงจำนวนต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ที่ถูกเพลี้ยอ่อนเข้าทำลาย..... 36

7 แสดงความเสียหายเนื่องจากแมลงศัตรูพืช และความผิดปกติอื่นๆ ที่ตรวจพบในแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน..... 42

8 แสดงจำนวนต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ที่ถูกหนอนกระทู้เข้าทำลาย..... 43

9 แสดงต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ที่ถูกไรแดงเข้าทำลาย..... 45

10 แสดงจำนวนต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ที่พบอาการลำต้นแตก..... 46

11 แสดงความสูงของต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินบนวัสดุปลูกชนิดต่างๆ..... 47

12 แสดงขนาดของต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินบนวัสดุปลูกชนิดต่างๆ..... 49

13 แสดงขนาดของผลแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินบนวัสดุปลูกชนิดต่างๆ..... 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	แสดงความหนาของเนื้อแตงและความหวานของแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกบนวัสดุปลูกชนิดต่างๆ	54
15	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุของผลแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ทำการเก็บเกี่ยวกับน้ำหนักเฉลี่ยและคุณภาพของผล	54
16	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่เกิดของผลแตงกับขนาดและน้ำหนักผลเฉลี่ยของแตงกวาพันธุ์ผลยาวในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน	55
	ส่วนที่ 2 การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อราชนิดต่างๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ	
	1. การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อรา Pythium aphanidermatum	
1	เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ	65
2	น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเส้นใยเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ที่เลี้ยงในอาหาร PDB ที่ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ	66
3	การสร้าง sporangium และการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	67
4	จำนวน sporangium เฉลี่ย ที่ถูกสร้างขึ้นโดยเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ตรวจนับโดยใช้ใบหญ้าล่อ)	68
5	เวลาที่ใช้ในการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ตรวจสอบในวันที่ 2 และ 5 หลังจากที่เชื้อเจริญในสารละลายดังกล่าว)	70
	2. การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อรา Fusarium oxysporum	
1	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี เชื้อรา *Fusarium oxysporum* ซึ่งเจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในช่วงอายุ 1-7 วัน	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
2	น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเส้นใย เชื้อรา *Fusarium oxysporum* ในอาหาร PDB ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มต่างๆ	82
3	ปริมาณของ microconidia และ macroconidia ของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* บนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอน ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่อายุ 7 และ 15 วัน	84
4	เปอร์เซ็นต์การงอก germ tube ของ microconidia ของเชื้อ *Fusarium oxysporum* บนอาหาร WA ซึ่งผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (โดยทำการตรวจนับทุกชั่วโมง)	86
5	ขนาดความยาว germ tube ของ microconidia ของเชื้อ *Fusarium oxysporum* บนอาหาร ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ทำการตรวจวัดเมื่ออายุ 9 ชั่วโมง)	87
6	เปอร์เซ็นต์การงอก germ tube ของ macroconidia ของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* บนอาหาร WA ซึ่งผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (โดยทำการตรวจนับทุกชั่วโมง)	89
7	ขนาดความยาว germ tube ของ macroconidia ของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* บนอาหาร WA ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ทำการตรวจวัดเมื่ออายุ 10 ชั่วโมง)	90
	ส่วนที่ 3 การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายซิลิคอน ในการป้องกันกำจัดโรคของแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน	
1	แสดงปริมาณเชื้อรา *Phytophthora* spp. และ *Pythium* spp. (CFU/20 มล.) ที่ตรวจพบในสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ ระหว่างการปลูกแตงกวาผลยาวในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน	98
2	แสดงโรคและเชื้อสาเหตุที่พบในต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาว ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน และได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน	98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

3 ความสูง อายุออกดอก อายุเก็บเกี่ยว น้ำหนักต้นสดและต้นแห้งของแตงกวาผลยาว 2 พันธุ์ ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน และได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสม สารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ..... 99

4 จำนวนผลผลิตต่อต้น น้ำหนักผลเฉลี่ย และขนาดผลของแตงกวาผลยาว 2 พันธุ์ ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน และได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสม สารละลายซิลิกอนความเข้มข้นต่างๆ..... 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

ส่วนที่ 1 การศึกษาและสำรวจโรคที่เกิดกับแตงกวาพันธุ์ผลยาว ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (hydroponics)

1 โรงเรือนที่ใช้ในการทดลอง 9

2 แสดงระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบมีวัสดุปลูก ที่มีการหมุนเวียนนำเอาสารละลายกลับมาใช้ใหม่ (recirculating system) 10

3 แสดงปริมาณเชื้อ *P. carolinianum* ที่ตรวจพบในระหว่างสัปดาห์ที่ 8-12 ในระบบหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหาร ที่ใช้ปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาว โดยใช้วัสดุปลูกชนิดต่างๆ 21

4 แสดงปริมาณเชื้อ *P. aphanidermatum* ที่ตรวจพบในสัปดาห์ที่ 10 และ 11 ในระบบหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหาร ที่ใช้ปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาว โดยใช้วัสดุปลูกชนิดต่างๆ 21

5 แสดงปริมาณเชื้อ *P.* 'group G' ที่ตรวจพบในสัปดาห์ที่ 11 และ 12 ในระบบหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหาร ที่ใช้ปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาว โดยใช้วัสดุปลูกชนิดต่างๆ 22

6 แสดงปริมาณเชื้อ *P.* 'group. HS' ที่ตรวจพบในสัปดาห์ที่ 11 และ 12 ในระบบหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหาร ที่ใช้ปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาว โดยใช้วัสดุปลูกชนิดต่างๆ 22

7 ลักษณะของโรคราแป้งขาวที่ตรวจพบบนต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดิน 28

8 แสดงการเกิดโรค (disease incidence) และความรุนแรง (disease severity) ของโรคราแป้งขาวในแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน 29

9 แสดงการเกิดโรค (disease incidence) และความรุนแรง (disease severity) ของโรคราแป้งขาวในแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกบนวัสดุปลูกชนิดต่างๆ ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
10	การเกิดโรค (disease incidence) และความรุนแรง (disease severity) ของโรคราแป้งขาวในแตงกวาผลยาวพันธุ์ Suprami และ Bonami ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน	31
11	ลักษณะอาการของโรคโคนเน่ารากเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Pythium aphanidermatum* ในต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน	32
12	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อก่อโรค (*Pythium aphanidermatum*) กับจำนวนต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่เป็นโรคโคนเน่ารากเน่าที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบใช้วัสดุปลูกชนิดต่างๆ	33
13	กลุ่มอาการผิดปกติที่ใบและยอดของแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน	35
14	ยอดแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ถูกเข้าทำลายโดยเพลี้ยอ่อนและไรขาว	36
15	กลุ่มอาการผิดปกติที่ใบและยอดของแตงกวาพันธุ์ผลยาวในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน	37
16	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดโรคราแป้งขาว (disease incidence) กับสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิและแสง) ภายในโรงเรือนระหว่างที่ทำการปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาวในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน	38
17	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงของโรคราแป้งขาว (disease severity) กับสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิและแสง) ภายในโรงเรือนระหว่างที่ทำการปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาวในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน	39
18	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ที่เป็นโรคโคนเน่ารากเน่า กับสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิและแสง) ภายในโรงเรือน	40
19	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ที่ถูกเข้าทำลายโดยไรขาวและแมลงพาหะ กับสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิและแสง) ภายในโรงเรือน	41
20	แสดงผลแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ที่ถูกหนอนกระทู้เข้าทำลาย	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
21	ต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ที่ถูกเข้าทำลายโดยไรแดง.....	45
22	แตงกวาพันธุ์ผลยาวอายุ 8 สัปดาห์ ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน.....	50
23	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ที่แสดงอาการใบหด ยอดแห้ง ใบด่าง หรือมีรูปร่างผิดปกติ (ซึ่งเกิดจากการเข้าทำลายของไรขาว).....	51
24	การให้ผลผลิตของแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน).....	53
	ส่วนที่ 2 การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อราชนิดต่างๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ	
	1. การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อรา Pythium aphanidermatum	
1	เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* บนอาหาร PDA ที่ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ.....	65
2	เชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (อายุ 7 วัน) ในอาหาร PDB ที่ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ.....	66
3	ลักษณะการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ.....	69
4	แสดงการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum*.....	71
	2. การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อรา Fusarium oxysporum	
1	การเจริญเติบโตของเส้นใยของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* บนอาหาร PDA ที่ผสมสารละลายซิลิคอนระดับความเข้มข้นต่างๆ (อายุ 15 วัน).....	81
2	การเจริญเติบโตของเส้นใยของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* ในอาหาร PDB ที่ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (อายุ 7 วัน).....	83
3	ลักษณะของปริมาณ microconidia ของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* ที่อายุ 7 วัน ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 0 ppm (กำลังขยาย 400 เท่า).....	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4	ลักษณะ germ tube ของ microconidia ของเชื้อ *Fusarium oxysporum* (ก, ข, ค, ง, จ และ ช) ที่เจริญบนอาหาร WA ที่ผสมสารละลายซิลิคอนในระดับความเข้มข้น 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm ตามลำดับ (กำลังขยาย 100 เท่า).....	91
5	ลักษณะ germ tube ของ microconidia ของเชื้อ *Fusarium oxysporum* (ก, ข, ค, ง, จ และ ช) ที่เจริญบนอาหาร WA ที่ผสมสารละลายซิลิคอนในระดับความเข้มข้น 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm ตามลำดับ (กำลังขยาย 400 เท่า).....	91
	ส่วนที่ 3 การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายซิลิคอน ในการป้องกันกำจัดโรคของแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน	
1	ต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ผสมสารละลายซิลิคอน 200 ppm.....	101
2	เปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากการทดลองที่ผสมสารละลายซิลิคอน 200 ppm.....	101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

ตารางผนวกที่ **หน้า**

1 องค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารสูตรต่างๆ ที่ใช้ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Benoit, 1992)..... 109

2 คุณสมบัติทางกายภาพบางประการของวัสดุปลูกที่ใช้ในการทดลอง..... 110

ภาพผนวกที่

1 ลักษณะทั่วไปของเชื้อ *Pythium aphanidermatum*..... 111

2 แสดง sporangium และ oospore ของเชื้อ *Pythium aphanidermatum*..... 112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทบาทของ Soluble silicon ในการป้องกันกำจัดโรคของแตงกวาพันธุ์ผลยาว ที่ปลูกในระบบ Hydroponics

Soluble silicon : Its role in disease management of hydroponically grown long English cucumber plants.

ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Hydroponics) ได้ถูกนำมาใช้ในการเกษตรสมัยใหม่ เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ และช่วยลดปัญหาด้านมลภาวะซึ่งเป็นผลมาจากการใช้สารเคมีในอัตราที่สูงในการป้องกันกำจัดโรคและแมลง เทคโนโลยีนี้ได้รับการยอมรับและเป็นที่นิยมแพร่หลายในต่างประเทศทั่วโลก โดยเฉพาะประเทศที่มีความก้าวหน้าทางอุตสาหกรรม เช่น เนเธอร์แลนด์ เบลเยี่ยม อังกฤษ เดนมาร์ค แคนาดา ญี่ปุ่น (Benoit, 1992; Ikeda, 1989 และ Resh, 1981) แต่สำหรับในประเทศไทยยังไม่ค่อยตื่นตัวในเรื่องนี้กันมากนัก คงเป็นเพราะว่ายังขาดข้อมูลทางวิชาการในการเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจของเทคโนโลยีให้แก่เกษตรกรไทย ประกอบกับเกษตรกรยังมีความคิดที่ว่า พื้นที่ดินเพื่อใช้ในการทำการเกษตรยังมีอยู่อีกเป็นจำนวนมาก จึงมองไม่เห็นมีความจำเป็นที่ต้องทดแทนการปลูกด้วยวิธีอื่น และอีกประการหนึ่งยังเข้าใจว่า กรรมวิธีปลูกมีความยุ่งยากสลับซับซ้อน ต้องมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง อันที่จริงแล้วความเข้าใจดังกล่าวยังอาจคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง เทคโนโลยีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนี้ เริ่มเข้ามามีบทบาทต่อวงการวิทยาศาสตร์เกษตรของไทย แต่อย่างไรก็ตามความก้าวหน้าก็ยังถูกจำกัดเฉพาะอยู่ภายในวงแคบ เช่น ในสถาบันการศึกษา หน่วยงานด้านวิจัยและค้นคว้า ซึ่งมีส่วนน้อยที่ได้นำไปปรับใช้เพื่อการปลูกพืชเป็นการค้า แต่ถ้าศึกษาพิจารณาโดยละเอียดในหลายๆ ด้านแล้ว จะพบว่า การศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีด้านนี้เพื่อให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์กับการเกษตรของประเทศไทยก็สมควรต้องให้มีการดำเนินการต่อไป

ทางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้เริ่มดำเนินการค้นคว้าและวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมาเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้ว และในระหว่างปี พ.ศ. 2534 - 2535 ได้รับความร่วมมือและช่วยเหลือทั้งทางด้านวิชาการและเครื่องมือต่างๆ จากรัฐบาลเบลเยี่ยม โดยมี Katholieke Universiteit Leuven, Belgium เป็นผู้ประสานงาน และได้ส่งผู้เชี่ยวชาญมาให้คำแนะนำด้วย การศึกษาได้มุ่งเน้นถึงการนำระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบต่างๆ มาใช้ปลูกพืชหลายชนิดที่เห็นว่าเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ และด้านต่างๆ ของประเทศไทย พืชที่ได้ทำการศึกษาและประสบผลสำเร็จ ได้แก่ มะเขือเทศ ผักกาดหอม สาระแหน่ (ถนิมนันต์ และศุภชัย, 2538) แตงแคนตาลูป (Jaenaksorn and Ratanopas, 1994) แตงกวาพันธุ์ผลยาว (ถนิมนันต์, 2538ก) ไม้ตัดดอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บางชนิด (อิทธิสุนทร, 2538) นอกจากนั้นทางสถาบันยังได้มีการเผยแพร่เทคโนโลยีดังกล่าวให้แก่ข้าราชการครู อาจารย์ และประชาชน ผู้ที่สนใจ ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยการจัดฝึกอบรมทุกปี

การดำเนินการวิจัยทางด้านนี้ของทางสถาบันฯ ได้มุ่งเน้นเอาเทคโนโลยีมาปรับใช้ให้เหมาะกับสภาพประเทศไทยและเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต จึงได้มีการพยายามนำเอาวัสดุปลูกชนิดต่างๆ ที่หาได้ง่าย หรือเป็นวัสดุเกษตรที่เหลือใช้ (เช่น ขี้เลื่อย แกลบ ขี้เถ้า ขุยมะพร้าว) มาเป็นวัสดุปลูกแทนที่จะใช้วัสดุปลูกของต่างประเทศ เช่น ใยหิน (rockwool) หรือฟองน้ำอัด (polyurethane foam) ซึ่งราคาแพงมาก และอีกทั้งเศษเหลือใช้ของวัสดุดังกล่าวจะกลายเป็นขยะอันไม่พึงปรารถนาของประเทศอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามความพยายามที่จะปรับแต่งหรือทดแทนการใช้วัสดุของต่างประเทศดังกล่าว ก็ย่อมมีทั้งผลดีและผลเสียตามมา อย่างที่กล่าวไปแล้วว่า การใช้วัสดุปลูกภายในประเทศจะลดต้นทุนการผลิตแน่นอน ซึ่งเป็นผลดี สำหรับผลเสียที่เราไม่ต้องการก็ตามมาด้วย คือ เชื้อโรคซึ่งอาจติดมากับวัสดุปลูกดังกล่าว [ตามปกติข้อดีข้อหนึ่งของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินก็คือ ปัญหาโรคและแมลงที่ติดมากับดินจะหมดไป โดยใช้วัสดุปลูกที่ปราศจากเชื้อโรค ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปในต่างประเทศก็คือ ใยหิน และฟองน้ำอัด (ถนิมนันต์, 2538ก; Benoit, 1992; Ikeda, 1989; และ Resh 1981)] ซึ่งต่อมาได้ส่งผลกระทบต่องานวิจัยของทางสถาบันฯ คือได้เริ่มประสบกับปัญหาโรคในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ซึ่งจัดว่าเป็นปัญหาสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิถีทางที่เหมาะสมในการจัดการกับโรคดังกล่าวที่เกิดในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดิน โดยพยายามหลีกเลี่ยงหรือลดอัตราการใช้สารเคมีให้น้อยที่สุด เพื่อรักษานิเวศน์วิทยาไว้ จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ดังนั้นจึงได้พยายามค้นคว้าจากผลงานทางวิชาการของต่างประเทศในด้านการจัดการโรค และพบว่าน่าจะนำ Soluble silicon มาใช้เพื่อแก้หรือลดปัญหาโรคดังกล่าวได้ เพราะรูปแบบวิธีการใช้น่าจะเหมาะสมกับเทคโนโลยีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (โดยเติมลงไปในสารละลายที่ใช้ปลูกพืช) และอีกประการหนึ่งที่สำคัญมากคือ ยังไม่มีรายงานว่า soluble silicon จะเป็นพิษหรือทำลายสภาพแวดล้อมเลย (ถนิมนันต์, 2538ข)

ดังนั้นโครงการวิจัยโครงการนี้ จะมุ่งไปถึงการศึกษาบทบาทของ soluble silicon ในด้านการป้องกันกำจัดโรคของแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบ hydroponics เพื่อให้ได้มาซึ่งความเข้มข้นหรืออัตราที่เหมาะสมของ soluble silicon ที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการจัดการโรคของแตงให้มีประสิทธิภาพที่สุด โดยการศึกษาจะเริ่มจากสภาพในห้องปฏิบัติการ และในสภาพจริงของระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ผลจากการศึกษาในครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการป้องกันกำจัดโรคกับพืชชนิดต่างๆ ที่จะนำมาปลูกในระบบดังกล่าวได้ ซึ่งเท่ากับเป็นการเพิ่มศักยภาพของเทคโนโลยีการปลูกพืชไม่ใช้ดินให้เหมาะกับพืชชนิดต่างๆ และสภาพของประเทศไทยมากที่สุด และผลลัพธ์ที่ได้ก็คือเป็นประโยชน์โดยตรงต่อการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรของประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงเชื้อสาเหตุและลักษณะอาการโรคที่เกิดกับแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบ hydroponics

2. เพื่อศึกษาถึงบทบาทของ soluble silicon ที่มีต่อเชื้อสาเหตุโรคดังกล่าวในสภาพห้องปฏิบัติการ

3. เพื่อศึกษาถึงบทบาทของ soluble silicon ในการป้องกันกำจัดโรคของแตงในระบบ hydroponics

4. เพื่อศึกษาแนวทางในการป้องกันกำจัดโรคแตงในระบบ hydroponics ที่ประหยัดและปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

Silicon (Si) เป็นแร่ธาตุที่มีอยู่มากมายทั่วไปบนพื้นโลก แต่อย่างไรก็ตามบทบาทหรือความสำคัญในด้านการเป็นธาตุอาหารซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชยังไม่ค่อยเป็นที่ทราบแน่ชัด เกษตรกรทั่วไปทั้งในทวีปยุโรปและอเมริกาได้นำสารละลาย Si มาใช้ เพื่อป้องกันกำจัดโรคพืชที่ปลูกใน greenhouse จากการรายงานผลการศึกษาหลายฉบับได้สรุปไว้ว่า ถ้าเพิ่มการดูดซึม Si ให้แก่พืช ก็จะทำให้สามารถป้องกันกำจัดโรคที่เกิดจากเชื้อราได้ดี (Carver *et al.*, 1987; Belanger *et al.*, 1995) ในปัจจุบัน เกษตรกรผู้ปลูกแตงกวาและกุหลาบในประเทศเนเธอร์แลนด์ ได้นำสารละลาย Si มาใช้และรายงานว่าได้รับผลดีในด้านการป้องกันกำจัดโรคราแป้งขาว (powdery mildew) และโรคอื่นๆ อีกด้วย อีกทั้งยังทำให้ผลผลิตของพืชที่ปลูกสูงขึ้นด้วย สำหรับในประเทศแถบทวีปอเมริกาเหนือ ยังไม่มีการจดทะเบียนรับรองสารดังกล่าว เพราะยังไม่สามารถหารายละเอียดได้เพียงพอเกี่ยวกับสารละลาย Si มาเพื่อประกอบการขอจดทะเบียน (Belanger *et al.*, 1995) รายละเอียดหรือข้อมูลที่ยังขาดอยู่ได้แก่

- ชนิดของพืชที่จะได้รับประโยชน์จากการใช้ธาตุ Si
- ชนิดของเชื้อโรคที่จะได้รับผลกระทบจากการใช้ Si
- ความเข้มข้นหรืออัตราที่เหมาะสมของ Si ที่จะนำมาใช้
- กลไกการทำงานของ Si

Epstein (1994) ได้รายงานผลการศึกษาและรวบรวมข้อมูลส่วนใหญ่ซึ่งเกี่ยวกับบทบาทของ Si ต่อการเจริญเติบโตของพืชไว้ว่า บทบาทดังกล่าวยังไม่สามารถถูกระบุได้เด่นชัดนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งบทบาทของ Si ที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชสวน นอกจากได้ข้อสรุปเพียงบางประการเท่านั้นคือ ได้มีการแสดงให้เห็นถึงว่าพืชใบเลี้ยงคู่บางชนิด เช่น แตง พืชตระกูลส้ม ต้น raspberry พันธุ์ผลดำ (*Rubus occidentalis* L.) และสตรอเบอรี่ (*Fragaria spp.*) ได้มีการสะสม Si ในเนื้อเยื่อส่วนยอดอ่อน (Lanning, 1960; 1961; และ Menzies *et al.*, 1991)

จากการศึกษาของนักวิจัยหลายๆ ท่าน (Miyake and Takahashi, 1983; Epstein, 1994) ถึงบทบาทของ Si ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชนั้น ได้มีข้อขัดแย้งกันในหลายๆ ด้าน ซึ่งสามารถสรุปออกมาได้ คือ ในบางการทดลองได้มีการรายงานว่า Si มีผลในแง่เพิ่มการเจริญเติบโตให้แก่พืช เช่น แตง ในขณะเดียวกันบางรายงานกล่าวว่าการเจริญเติบโตของพืชที่เพิ่มสูงขึ้นนั้นน่าจะเป็นผลมาจากการที่ปริมาณการเกิดโรคราแป้งขาวของพืชนั้นลดลง จึงทำให้พืชดังกล่าวเจริญเติบโตดีขึ้น ดังนั้น เพื่อหาคำตอบให้ข้อขัดแย้งดังกล่าว จึงได้มีการทดลองต่อโดยครั้งนี้ได้มีการควบคุมโรคราแป้งขาวโดยใช้สารเคมีหรือพืชพันธุ์ต้านทาน และศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Si

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับอัตราการเจริญของพืช สุดท้ายจึงยังไม่สามารถสรุปให้แน่นอนลงไปได้ว่า Si มีผลทำให้พืชเพิ่มการเจริญเติบโต

แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีอีกรายงานหนึ่งกล่าวไว้ว่า Si จะเป็นตัวช่วยลด stress ของพืช อันเกิดเนื่องมาจากทั้งสาเหตุที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต ซึ่งจะไปมีผลโดยทางอ้อมคือ ถ้าพืชไม่มี stress แล้ว พืชก็จะเจริญเติบโตไปตามปกติ หรือแข็งแรงขึ้นนั่นเอง (Epstein, 1994)

จากรายงานของ Bloemhard (1992) และ Samuels *et al.*, (1993) ได้กล่าวไว้ว่า ถ้ามีการเพิ่ม Si ลงในสารละลายที่ใช้ปลูกแตงกวา จะทำให้การติดของผลดีขึ้น คือ การพัฒนาการของดอกเป็นไปอย่างรวดเร็วและสมบูรณ์ ยิ่งไปกว่านั้นจากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน พบว่า ผลแตงกวาที่มาจากต้นที่ปลูกในสารละลายที่มี Si จะมี trichomes ค่อนข้างหยาบ และจากการทำ X-ray พบว่า Si จะจับอยู่ที่บริเวณ trichomes ของเปลือกผลแตงกวาดังกล่าว

ในอดีต ได้มีการนำสารสะกัดจากต้นหางม้า (horsetail, *Equisetum arvense* L.) มาใช้ราดดินหรือฉีดพ่น เพื่อป้องกันกำจัดโรคโคนต้นกล้าเน่า (damping off) และโรคราแป้งขาว (powdery mildew) ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าสนใจคือ ในเนื้อเยื่อพืชดังกล่าวจะมีปริมาณ Si อยู่สูงมาก คือมากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง และเมื่อนำมาบดละลายในน้ำ จะได้สารสะกัดที่ประกอบด้วย sodium silicate และก่อนหน้านั้นได้มีรายงานว่าการใส่ Si ลงไปในการปลูกแตง จะเพิ่มระยะฟักตัวของเชื้อโรค (latent period) และลดระดับการเข้าทำลายของเชื้อที่ทำให้เกิดโรคราแป้งขาวลง (Belanger *et al.*, 1995)

ในปัจจุบัน potassium silicate (หรือ metasilicate) ได้ถูกจำหน่ายเป็นการค้าในตลาดยุโรปสำหรับอุตสาหกรรมการปลูกพืชในสภาพโรงเรือน โดยเฉพาะมากกว่า 30 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ของผู้ปลูกแตงและผู้ปลูกกุหลาบ ตามลำดับ ที่ได้มีการใช้ soluble Si ในแปลงปลูกของตนเป็นประจำ ถ้าพิจารณาจากจำนวนเกษตรกรผู้ใช้ Si ดังกล่าวข้างต้น จึงไม่ต้องสงสัยถึงคุณประโยชน์ของ Si ที่ให้แก่พืชเลย ทางบริษัทผู้จำหน่าย Si ได้อ้างถึงคุณสมบัติและคุณประโยชน์ของ Si ว่าช่วยทำให้พืชแข็งแรงและสามารถต้านทานต่อโรคราแป้งขาว โดย Si จะถูกดูดซึมไปอยู่ในส่วนของ apoplast ของเซลใบ ซึ่งจะทำให้ใบแข็งและตั้งขึ้น และส่งผลทำให้เกิดเป็นสิ่งกีดขวาง (physical barrier) ต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรค และลักษณะใบที่ตั้งขึ้นดังกล่าว ยังมีผลส่งเสริมการตกกระทบของแสงบนใบพืชได้ดีขึ้น (ซึ่งมีผลต่อการสังเคราะห์แสงของพืชให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น) (Cherif and Belanger, 1992; Menzies *et al.*, 1990; 1991)

ผู้ปลูกทั่วไปอ้างถึงคุณประโยชน์ของ Si ที่นำมาใช้ว่า ทำให้พวกเขาสามารถลดปริมาณการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา (fungicide) ให้น้อยลง ในขณะที่ผลผลิตของพืชที่ได้รับยังสูงอยู่ แต่อย่างไรก็ตามยังเป็นการยากที่จะประเมินผลประโยชน์ดังกล่าวในทางเศรษฐศาสตร์ ถ้าเรามาพิจารณากันถึงสถานการณ์ในประเทศยุโรป จะพบว่าจำนวนผู้ปลูกที่ใช้ Si ได้เพิ่มขึ้นทุกๆ ปี ซึ่งก็พอได้ข้อสรุปถึงระดับความพอใจในกลุ่มผู้ปลูกที่มีต่อสารดังกล่าวได้เป็นอย่างดี (Belanger *et al.*, 1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้แบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 : การศึกษาและสำรวจโรคที่เกิดกับแตงกวาพันธุ์ผลยาว ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (hydroponics)

ส่วนที่ 2 : การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอน (soluble silicon) ที่มีผลต่อเชื้อราซนิดต่างๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

ส่วนที่ 3 : การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายซิลิคอน ในการป้องกันกำจัดโรคของแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 1 การศึกษาและสำรวจโรคที่เกิดกับแตงกวาพันธุ์ผลยาว ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (hydroponics)

การศึกษาและสำรวจโรคที่เกิดกับแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนี้ ได้ดำเนินการโดยปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาวในช่วงฤดูหนาว วางแผนการทดลองแบบ 3 x 2 factorials in CRD จำนวน 20 ซ้ำ ดังนี้

Factor A (วัสดุปลูก) มี 3 ระดับ

A1 : ฟองน้ำอัด (polyurethane foam : Aggrofoam®)

A2 : ใยหิน (rockwool : Grodan®)

A3 : ขุยมะพร้าว (coir-dust)

Factor B (พันธุ์) มี 2 ระดับ

B1 : พันธุ์ Suprami

B2 : พันธุ์ Bonami

วิธีการทดลอง

1. **ทำการปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาวลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน** : ตามวิธีการและขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1.1 การเตรียมระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน : ระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่ใช้ในการทดลองนี้ เป็นระบบการเตรียมสารละลายแบบกึ่งอัตโนมัติ จำนวน 3 ชุด ซึ่งติดตั้งอยู่ภายในโรงเรือนของคณะเทคโนโลยีการเกษตร (ภาพที่ 1) แต่ละชุดประกอบด้วย รางปลูกพืช (gully) ซึ่งทำด้วยไม้มีขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 10 เมตร มีขอบสูงประมาณ 5-7 เซนติเมตร จำนวน 2 ราง ด้านบนบุด้วยพลาสติกหนาสีดำ ตลอดแนวความยาวราง ด้านตัวรางยกสูงขึ้นให้มีความลาดเอียงประมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ด้านท้ายรางมีท่อ PVC ผ่าครึ่ง เพื่อรองรับสารละลายส่วนเกินกลับเข้าไปสู่ถังผสมสารละลาย (mixing tank) การผสมสารละลายจะถูกควบคุมด้วยเครื่องควบคุมความเป็นกรด-ด่าง และเครื่องควบคุมความเข้มข้นของสารละลาย อย่างละ 1 ตัว เพื่อให้ได้ค่า pH และ EC ตรงตามที่ตั้งไว้ สารละลายที่ผสมแล้ว จะถูกนำไปสู่ต้นพืชโดยทางหัวน้ำหยด ซึ่งมีการควบคุมการเปิดปิดของปั๊มตามเวลาที่ตั้งไว้ให้เหมาะสมกับอายุของพืช (ภาพที่ 2)

ก่อนทำการปลูกพืชจะต้องมีการฆ่าเชื้อระบบ โดยใช้โซเดียมไฮโปรคลอไรด์ ที่มีความเข้มข้นของคลอรีน 5 มก./ลิตร ไหลผ่านเข้าไปในระบบ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นใช้น้ำสะอาดล้างคลอรีนออก โดยการไหลผ่านเข้าไปในระบบแล้วปล่อยทิ้ง เป็นจำนวน 3 ครั้ง เป็นอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อย และในระหว่างที่อยู่ในขั้นตอนการฆ่าเชื้อนี้ ให้ทำการตรวจเช็คอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องให้ทำงานได้อย่างปกติ

1.2 การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช : ทำการเตรียมสารละลายธาตุอาหารความเข้มข้นสูง (100 เท่า) จำนวน 50 ลิตร โดยแบ่งเป็น 2 ถัง เพื่อป้องกันการตกตะกอน คือ solution A จำนวน 25 ลิตร และ solution B จำนวน 25 ลิตร (องค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารแสดงไว้ในตารางผนวกที่ 1) เมื่อต้องการจะนำมาใช้ ให้นำสารละลายเข้มข้นสูงมาอย่างละ 1 ส่วน เจือจางในน้ำ 98 ส่วน ซึ่งจะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นประมาณ 2.0 mS/cm (EC = 2) แต่สำหรับระบบที่ใช้ในการทดลองนี้ เป็นระบบการเตรียมสารละลายกึ่งอัตโนมัติ ดังนั้นจึงใช้วิธีการเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นปานกลาง (ประมาณ 10 เท่า) ไว้เป็น stock solution โดยนำ solution A และ B มาอย่างละ 10 ส่วน เจือจางลงในน้ำ 80 ส่วน ซึ่งจะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นประมาณ 20 mS/cm (EC = 20) ในการเตรียมสารละลายครั้งแรก จะต้องทำการเตรียมด้วยแรงงานคนก่อน โดยใช้เครื่องวัดความเข้มข้นของสารละลาย (EC-meter) และเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH - meter) เป็นเครื่องมือวัดให้ได้ค่า EC และ pH ใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการ จากนั้นก็จะเป็นหน้าที่ของเครื่องควบคุมความเข้มข้นของสารละลาย (EC-controller) และเครื่องควบคุมความเป็นกรด-ด่าง (pH-controller) ซึ่งจะทำหน้าที่สั่งการให้ปั๊มสารละลายทำงานเพื่อดูด stock solution หรือกรดไปผสมกับน้ำ จนได้ค่า EC และ pH ตรงกับที่เราตั้งไว้ อย่างไรก็ตามจะต้องทำการตรวจเช็คค่า EC และ pH จากในถังผสมสารละลายด้วยเครื่องวัดเป็นประจำอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เพื่อตรวจเช็คความถูกต้อง

1.3 การเตรียมวัสดุปลูก : *วัสดุปลูกที่ได้จากในประเทศ* (ขุยมะพร้าว) จะถูกบรรจุในถุงพลาสติกสีดำแบบนอน และหุ้มทับด้วยพลาสติกสีขาวอีกทีหนึ่ง ซึ่งมีขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 20 x 100 x 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดรอยต่อและปากถุงด้วยกระดาษกาวให้แน่น นำถุงไปวางบนรางตามแนวนอน ด้านบนของถุงเจาะเป็นช่องสี่เหลี่ยมขนาด 8 x 8 ตารางเซนติเมตร จำนวน 2 ช่องต่อหนึ่งถุง โดยให้มีความห่างของแต่ละช่อง 50 เซนติเมตร บริเวณขอบด้านล่างของถุง ให้กรีดเป็นช่องมีความยาวประมาณ 1 นิ้ว ข้างละ 2 ช่อง เพื่อเป็นทางให้สารละลายส่วนเกินไหลออก รดน้ำวัสดุปลูกให้ชุ่ม

วัสดุปลูกสังเคราะห์ เช่น ฟองน้ำอัด (PUR) Aggrofoam® และใยหิน (rockwool) Grodan® ให้นำมาเปิดช่องสี่เหลี่ยมด้านบน ขนาด 8 x 8 ตารางเซนติเมตร เช่นเดียวกัน จากนั้นจึงเติมกรดไนตริกเจือจาง 0.5 เปอร์เซ็นต์ ลงไปในถุงจนเกือบเต็ม ทิ้งไว้ประมาณ 1 คืน เพื่อปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง และทำให้วัสดุปลูกอิ่มตัว จึงทำการกรีดด้านข้าง เพื่อระบายน้ำออก

1.4 การเพาะกล้าและการปลูก : ทำการเพาะกล้าต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่จะใช้ทดลอง ลงในวัสดุเพาะกล้า (ในการทดลองนี้ใช้ก้อนใยหิน ขนาด 8 x 8 x 8 ลูกบาศก์เซนติเมตร) ดู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แลรดน้ำทุกวัน จนต้นกล้างอก จากนั้นจึงใช้สารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นต่ำ (EC ประมาณ 1-1.5) รดต้นกล้าจนมีใบแท้ได้ 3-4 ใบ จึงทำการย้ายต้นกล้าลงสู่ระบบปลูก

ในการปลูกให้ย้ายก้อนกล้าวางลงบนช่องสี่เหลี่ยมที่เตรียมไว้ บนถุงวัสดุปลูก อาจจะต้องมีการช่วยพยุงลำต้นโดยใช้ไม้ปักลงบนก้อนใยหิน แล้วใช้เชือกฟางผูกลำต้นของต้นกล้าไว้กับไม้ เพื่อป้องกันต้นกล้าล้ม ทำการปักหัวน้ำหยด จำนวน 1 หัวต่อหนึ่งต้น และให้สารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้น อยู่ในช่วง 2.5-3.5 ค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายอยู่ในช่วง 5.5-6.0 ระยะเวลาในการให้สารละลายให้ปรับให้เหมาะสมกับช่วงระยะการเจริญเติบโตของต้นพืช

เมื่อต้นแตงกวามีความสูงประมาณ 20-30 ซม. ให้ทำค้าง โดยใช้เชือกที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 ซม. ขึ้นไป ขึงขึ้นไปด้านบน

ภาพที่ 1 โรงเรือนที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2 แสดงระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบมีวัสดุปลูก ที่มีการหมุนเวียนนำเอาสารละลายกลับมาใช้ใหม่ (recirculating system)

ก : รางปลูกพืช (gullies) และวัสดุปลูก

ข : เครื่องควบคุมความเป็นกรด-ด่าง และความเข้มข้นของสารละลาย (pH, EC - controller)

ค : ถังจ่ายและผสมสารละลาย (mixing tank)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการศึกษาและสำรวจโรคที่เกิดกับแตงกวาพันธุ์ผลยาว ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน : ตามรายละเอียดดังนี้

2.1 การแยกเชื้อราจากระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน : โดยจะทำการแยกเชื้อราจากในส่วนต่างๆ ของระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ดังนี้

1) จากวัสดุปลูกที่ใช้ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

2) จากน้ำที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย

3) จากสารละลายธาตุอาหาร

4) จากส่วนของพืชที่เป็นโรค

การแยกเชื้อจากวัสดุปลูก : ทำการเก็บตัวอย่างวัสดุปลูกก่อนการปลูกและหลังการปลูก มาแยกเชื้อโดยวิธี soil particle technique โดยการนำเอาวัสดุปลูกที่ทำการบดละเอียดดีแล้วประมาณ 0.025 กรัม ใส่ลงในจานอาหารที่ฆ่าเชื้อ เทอาหาร glucose ammonium nitrate agar (GANA : glucose 10 กรัม, NH_4NO_3 1 กรัม, difco bacto yeast extract 1 กรัม, K_2HPO_4 25 กรัม, $MgSO_4.7H_2O$ 0.5 กรัม, agar 20 กรัม, น้ำ 1 ลิตร) ที่กำลังอุ่น (อุณหภูมิประมาณ 45 °ซ.) แล้วหมุนจานอาหารเลี้ยงเชื้อไปรอบๆ เพื่อให้อนุภาคของวัสดุปลูกกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วจานอาหารเลี้ยงเชื้อ นำไปบ่มไว้ในที่มืด ตรวจสอบการเจริญของเชื้อราที่เกิดขึ้นภายใน 2 วัน ทำการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ พร้อมทั้งจัดจำแนก

การแยกเชื้อจากสารละลายธาตุอาหาร : ทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่ใช้ในการเตรียมสารละลายธาตุอาหาร สารละลายธาตุอาหารที่ให้แก่ต้นพืช ซึ่งเป็นสารละลายที่อยู่ในถังจ่าย : solution inlet (โดยการเก็บจากบริเวณปลายท่อน้ำหยด ก่อนที่จะให้แก่ต้นพืช) และสารละลายส่วนที่อยู่ภายในวัสดุปลูก : solution in slab (ใช้ syringe ดูดจากในวัสดุปลูก) เป็นประจำทุกสัปดาห์ มาทำการตรวจแยกเชื้อ โดยวิธี pour plate technique และ baiting technique

- วิธี pour plate technique ใช้ไปเปตดูดสารละลายที่ต้องการจะแยกเชื้อมา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ เทอาหาร GANA ที่เกือบจะเย็นแล้วทับลงไป และหมุนจานอาหารเลี้ยงเชื้อไปรอบๆ นำไปบ่มไว้ในที่มืด ตรวจสอบการเจริญของเชื้อราที่เกิดขึ้นภายใน 2 วัน ทำการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ พร้อมทั้งทำการจัดจำแนก ส่วนการแยกเชื้อราในกลุ่ม zoosporic fungi ให้ใช้อาหาร CMA (Rb) + BNPRA (อาหาร corn meal agar ที่มีส่วนผสมของ rose bengal 5 มิลลิกรัม/ลิตร + BNPRA : benomyl 10 ppm, nystatin 25 ppm, PCNB 25 ppm, rifampicin 10 ppm และ ampicillin 500 ppm) แทนอาหาร GANA และทำการตรวจนับโคโลนีที่เกิดขึ้น

- วิธี baiting technique ใช้ไปเปตดูดตัวอย่างสารละลายที่ต้องการจะแยกเชื้อมา 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่อบฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นใช้ปากคีบจุ่มแอลกอฮอร์ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ ลนไฟฆ่าเชื้อ คีบเมล็ดแตงกวาจำนวน 10 เมล็ด ใส่ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าว เพื่อทำเป็นเหยื่อล่อ (bait) ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จึงคีบเมล็ดแตงกวามาล้างออก ด้วยน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว 2-3 ครั้ง ซับให้แห้งแล้วนำมาวางในอาหาร CMA (Rb) + BNPRA (จิระเดช และคณะ, 2534) ทำการตรวจนับโคโลนีที่เกิดขึ้นภายใน 24 ชั่วโมง พร้อมทั้งทำการจัดจำแนก

การแยกเชื้อจากส่วนของพืชที่เป็นโรค : ส่วนของพืชที่เป็นโรค จะนำมาแยกเชื้อโดยวิธี tissue transplanting technique ทำการจัดจำแนกเชื้อ และพิสูจน์โรคตามแนวทางของ Koch's postulate

2.2 การตรวจนับปริมาณเชื้อ Pythium ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน : จะทำการตรวจนับโดยใช้วิธี pour plate technique และ baiting technique บนอาหาร CMA (Rb) + BNPRA ในกรณีของ pour plate technique การตรวจนับจะกระทำขึ้นภายหลังจากที่ได้บ่มเชื้อไว้แล้วเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ส่วนวิธี baiting technique จะทำการตรวจนับจากจำนวน bait (เมล็ดแตงกวา) ที่พบว่ามีเชื้อ *Pythium* เจริญอยู่ ภายหลังจากที่ย้ายเมล็ดแตงกวาลงบน selective media แล้ว เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ปริมาณที่ตรวจพบจะรายงานอยู่ในรูปของ colony forming units (CFU)/ปริมาณของสารละลายที่นำมาทำการตรวจนับ จากนั้นจะทำการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ ทำการจัดจำแนกในระดับ species และเก็บรักษาเชื้อไว้ เพื่อใช้ในการทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคต่อไป

2.3 การทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรค : เชื้อ *Pythium* spp. ที่แยกได้จากในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ในระหว่างที่ทำการปลูกต้นแตงกวา จะนำมาทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรค ภายหลังจากที่ได้สิ้นสุดการปลูกแตงกวาในแต่ละการทดลองลงไปแล้ว โดยจะทำการทดสอบลงบนพืชทดสอบที่ทำการปลูกขึ้น 2 รูปแบบคือ พืชทดสอบที่ปลูกโดยวิธีปกติ กับพืชทดสอบที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินขนาดเล็ก ตามรายละเอียดและวิธีการดังนี้

การเตรียมพืชที่จะทดสอบ

- ต้นแตงกวาที่ปลูกในดิน ปลูกแตงกวาในกระถางพลาสติกที่บรรจุดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว กระถางละ 1 ต้น จำนวน 20 กระถาง ให้น้ำโดยระบบน้ำหยดจนต้นแตงกวามีอายุได้ 15 วัน

- ต้นแตงกวาที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน : ปลูกต้นแตงกวาลงในกระถางพลาสติกที่บรรจุขุยมะพร้าว ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว กระถางละ 1 ต้น จำนวน 20 กระถาง ให้สารละลายธาตุอาหารแบบน้ำหยด จนต้นแตงกวามีอายุได้ 15 วัน

การเตรียม inoculum ของเชื้อและการปลูกเชื้อ : เชื้อ *Pythium* ที่แยกได้ให้นำมาเลี้ยงในอาหารเหลว potato dextrose broth (PDB) เป็นเวลา 7 วัน แล้วนำไปเข้าเครื่องปั่น นำส่วนที่เป็นของเหลวที่ได้ไปทำการปลูกเชื้อ โดยการนำเอา suspension หรือของเหลวที่ได้จากการเลี้ยงเชื้อ เทราดลงไปบนดิน หรือวัสดุปลูก จากนั้นทำการบันทึกจำนวนต้นที่เป็นโรค และความรุนแรงของโรค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การสำรวจโรคและความผิดปกติต่างๆ ของแตงกวาพันธุ์ผลยาว : หลังจากที่ต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาวได้ถูกย้ายลงมาปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการเก็บข้อมูลทางด้านสภาพแวดล้อมต่างๆ ภายในโรงเรือน อาทิเช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มของแสง และในช่วงเวลาดังกล่าวให้ทำการสำรวจโรค ตลอดจนความผิดปกติอื่นๆ ที่เกิดขึ้นกับต้นแตงกวาดังกล่าวเป็นประจำทุกสัปดาห์ ในแง่ของลักษณะอาการที่พบ ลักษณะการเข้าทำลาย ช่วงเวลาที่พบ อายุของพืชที่เป็นโรค เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (disease incidence) ความรุนแรงของโรค (disease severity) พร้อมทั้งทำการวินิจฉัยสาเหตุ

ในการหาเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (disease incidence) สามารถทำได้โดยนับจำนวนต้นที่เป็นโรค ต้นที่แสดงอาการผิดปกติ หรือพบชิ้นส่วน (sign) ของเชื้อรา มาเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับจำนวนต้นทั้งหมด ดังนี้

$$\text{Disease incidence} = \frac{\text{จำนวนต้นที่เป็นโรค X 100}}{\text{จำนวนต้นทั้งหมด}}$$

$$\text{Disease severity} = \frac{\text{ส่วนของพืชที่เป็นโรค X ดัชนีการเกิดโรค (เปอร์เซ็นต์)}}{\text{ส่วนของพืชทั้งหมด}}$$

ค่าดัชนีของการเกิดโรคในงานทดลองนี้ได้กำหนดไว้เป็นระดับดังนี้

1 = เป็นโรคเล็กน้อย (25 เปอร์เซ็นต์)

2 = เป็นโรคปานกลาง (50 เปอร์เซ็นต์)

3 = เป็นโรคค่อนข้างรุนแรง (75 เปอร์เซ็นต์)

4 = เป็นโรครุนแรง (100 เปอร์เซ็นต์)

ในการประเมินค่าดัชนีการเกิดโรค ถ้าในกรณีที่พบว่าโรคนั้นๆ ทำความเสียหายให้แก่ต้นพืชค่อนข้างมาก จะใช้วิธีการประเมินรวมทั้งต้น ว่ามีค่าดัชนีการเกิดโรคเท่าไร ซึ่งอาจสามารถประเมินออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ได้เลย แล้วนำไปหาความรุนแรงของการเกิดโรค แต่ในกรณีที่ความเสียหายมีไม่มากนัก จะใช้วิธีประเมินในแต่ละส่วน โดยให้ค่าดัชนีการเกิดโรคออกมาเป็นระดับ (1-4) จากนั้นจึงนำมาคำนวณเป็นค่าดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ย แล้วจึงคูณด้วย 25 ก็จะได้ค่าดัชนีการเกิดโรคที่เป็นเปอร์เซ็นต์ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการคำนวณความรุนแรงของการเกิดโรคต่อไป

3. ทำการศึกษาข้อมูลทางด้านการเจริญเติบโต และผลผลิตของต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาว : ในด้านต่างๆ ดังนี้

3.1 เปอร์เซ็นต์ความงอก

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความงอก} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอก X 100}}{\text{จำนวนเมล็ดทั้งหมด}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจะทำการตรวจหาเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด หลังจากที่ได้เพาะเมล็ดแล้วเป็นเวลา 7 วัน

3.2 การเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบ : ทำการเก็บข้อมูลในด้านต่างๆ ดังนี้

- ความสูงของต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาวในแต่ละสัปดาห์
- จำนวนปล้องต่อต้น
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางปล้อง
- ขนาดของใบ

ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจะนำมาวิเคราะห์หาความแตกต่างกันทางสถิติ และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

3.3 การให้ผลผลิต : ทำการเก็บข้อมูลในด้านต่างๆ ดังนี้

- วันเริ่มออกดอก
- จำนวนผลผลิตต่อต้น
- ขนาดของผล
- น้ำหนักของผลเฉลี่ย
- ความหนาของเนื้อแตง
- ความหวานของเนื้อแตง
- ฯลฯ

ข้อมูลที่ได้จะนำมาวิเคราะห์หาความแตกต่างกันทางสถิติ และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ขณะเดียวกันจะทำการเก็บข้อมูลต่างๆ ทางด้านการจัดการด้วย ข้อมูลที่เก็บได้แก่ :

- คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก
- ค่า EC และ pH ของสารละลายธาตุอาหารในระหว่างการปลูก
- ปริมาณสารละลายธาตุอาหารที่ให้ต่อต้นต่อวัน
- ความเข้มของแสงภายในโรงเรือนที่ทำการทดลอง
- อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนในระหว่างที่ทำการทดลอง
- ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาวในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในช่วงฤดูหนาว โดยใช้แตงกวาพันธุ์ผลยาว 2 พันธุ์ คือ Suprami และ Bonami ปลูกลงบนวัสดุปลูก 3 ชนิด ได้แก่ แท่งฟองน้ำอัด (Polyurethane foam : Aggrofoam®) แท่งใยหิน (Rockwool : Grodan®) และขุยมะพร้าว ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

1. การสำรวจโรค

1.1 ชนิดของเชื้อที่ตรวจพบในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

จากการตรวจหาเชื้อราที่ปนเปื้อนอยู่ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน แบบมีวัสดุปลูก ที่ใช้ปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาว โดยวัสดุปลูกที่ใช้มี 3 ชนิด ได้แก่ แท่งฟองน้ำอัด ใยหิน และขุยมะพร้าว พบว่ามีเชื้อราปนเปื้อนทั้งสิ้น 12 genera จากจำนวนเชื้อราปนเปื้อนดังกล่าว จะมีอยู่ 2 genera ที่เป็นเชื้อราในกลุ่มที่สร้าง zoospore (zoosporic fungi) และอีก 10 genera ที่เหลือจะเป็นเชื้อราทั่วๆ ไป ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้ (ตารางที่ 1)

1.1.1 เชื้อราทั่วๆ ไป

เชื้อราทั่วๆ ไป ทั้ง 10 genera ที่ตรวจพบได้จากระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน(ตารางที่ 1) ได้มาจากการแยกเชื้อในส่วนต่างๆ ของระบบหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในการปลูกพืช ได้แก่

1) จากน้ำที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย

2) จากวัสดุปลูกที่ใช้ในระบบทั้งก่อนการใช้งาน (วัสดุปลูกใหม่) และหลังการปลูกพืชใน crop นี้มาแล้ว

3) จากสารละลายธาตุอาหาร ในส่วนของสารละลายที่อยู่ในถังจ่ายสารละลาย (solution inlet) และสารละลายที่อยู่ในวัสดุปลูก (solution in slab)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงเชื้อราทั่วๆ ไปที่ตรวจพบในระบบปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาวโดยไม่ใช้ดิน (แบบมีวัสดุปลูก)

เชื้อที่ตรวจพบ	น้ำ[ก/]	ฟองน้ำอัด				ใยหิน				ขุยมะพร้าว			
		วัสดุปลูก[ข/]		สารละลาย[ก/]		วัสดุปลูก[ข/]		สารละลาย[ก/]		วัสดุปลูก[ข/]		สารละลาย[ก/]	
		ก่อนใช้	หลังใช้	ในถังจ่าย	ในวัสดุปลูก	ก่อนใช้	หลังใช้	ในถังจ่าย	ในวัสดุปลูก	ก่อนใช้	หลังใช้	ในถังจ่าย	ในวัสดุปลูก
Aspergillus spp.	2[ค/]			2	1			2	3			5	5
Emericella sp.												1	
Fusarium spp.	1			2				2	1			1	1
Mortierella sp.	1			2	1			3	2			2	1
Mucor sp.													
Penicillium spp.	1			2				1	1			1	1
Rhizopus sp.	1			1	2			1	1			2	2
Sartorya sp.	1											1	
Syncephalastrum sp.	1											1	2
Trichoderma sp.	2			4	5			2	5			2	2

[ก/] การแยกเชื้อจากน้ำที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย และสารละลายธาตุอาหารกระทำทั้งหมด 11 ครั้ง (สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 11 สัปดาห์

[ข/] การแยกเชื้อจากวัสดุปลูกทุกชนิด กระทำเพียง 2 ครั้ง คือ ก่อนและหลังใช้

[ค/] กรอบที่แรเงา หมายถึงตรวจพบเชื้อ : ตัวเลขในกรอบระบุความถี่ที่ตรวจพบโดยคิดเป็นสัดส่วนกับจำนวนครั้งที่แยกเชื้อทั้งหมด

1. พบน้อย (0-20เปอร์เซ็นต์) 2. พบค่อนข้างน้อย (21-40เปอร์เซ็นต์) 3. พบปานกลาง (41-60เปอร์เซ็นต์)

4. พบค่อนข้างบ่อย (61-80เปอร์เซ็นต์) 5. พบบ่อย (81-100เปอร์เซ็นต์)

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่า จำนวนเชื้อราที่ตรวจพบทั้งหมด 10 genera จะประกอบไปด้วย

เชื้อราที่อยู่ใน sub-division Deuteromycotina 4 genera คือ *Aspergillus* spp., *Fusarium* sp., *Penicillium* spp. และ *Trichoderma* sp.

เชื้อราที่อยู่ใน sub-division Zygomycotina 4 genera คือ *Mortierella* sp., *Mucor* sp., *Rhizopus* sp. และ *Syncephalastrum* sp.

เชื้อราที่อยู่ใน sub-division Ascomycotina 2 genera คือ *Emericella* sp. และ *Sartorya* sp. ซึ่งเป็น Perfect stage ของ *Aspergillus*

เชื้อดังกล่าวมีแนวโน้มว่า จะพบได้บ่อยครั้งในระบบที่ใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูก แต่เมื่อพิจารณาถึงช่องทางที่เชื้อดังกล่าวอาจปนเปื้อนเข้ามาในระบบ จะพบว่าในส่วนของน้ำที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย และในส่วนของสารละลายที่บรรจุอยู่ในถังจ่ายสารละลาย (solution inlet) จะเป็นช่องทางที่เชื้อปนเปื้อนเข้ามาในระบบได้มาก โดยพิจารณาจากชนิดของเชื้อที่ตรวจพบซึ่งจะมีมากกว่าส่วนอื่นๆ ที่ทำการเก็บตัวอย่างไปแยกเชื้อ ส่วนวัสดุปลูกก็เป็นอีกช่องทางหนึ่งของการปนเปื้อนของเชื้อเข้ามาในระบบได้เช่นกัน อย่างไรก็ตามพบว่าเชื้อราส่วนใหญ่ที่ตรวจพบในวัสดุปลูก จะเป็นเชื้อราทั่วๆ ไป ที่ตรวจพบได้อยู่เป็นประจำ เช่น *Aspergillus, Penicillium* และ *Mucor*

เชื้อราใน sub-division Deuteromycotina และ Zygomycotina ที่แยกได้จากการทดลองในครั้งนี้ สามารถปนเปื้อนเข้ามาในระบบได้ง่ายโดยทางอากาศ เนื่องจากเชื้อราของทั้ง 2 sub-division ส่วนใหญ่จะสร้าง spore หรือส่วนขยายพันธุ์ที่มีขนาดค่อนข้างเล็ก สามารถแพร่กระจายได้ง่ายโดยลม ดังนั้นโอกาสที่ spore หรือส่วนขยายพันธุ์ดังกล่าวจะฟุ้งกระจายอยู่ในโรงเรือนและปนเปื้อนเข้ามาในระบบ จึงมีอยู่ค่อนข้างสูง โดยอาจจะปลิวตกลงไปยังภาชนะที่บรรจุน้ำที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย ถังจ่ายสารละลาย หรือปนเปื้อนเข้ามาในขณะที่ทำการเก็บตัวอย่าง นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า เชื้อราบางชนิดเช่น *Aspergillus* spp. และ *Penicillium* spp. เป็นเชื้อที่มักจะพบปนเปื้อนอยู่เสมอๆ ในห้องปฏิบัติการ แต่ก็มีเชื้อที่น่าสนใจศึกษาเป็นกรณีพิเศษก็คือ *Fusarium* sp. และ *Trichoderma* sp. เพราะเป็นเชื้อราในดินที่บาง species มีความสำคัญทางด้านโรคพืช

Fusarium spp. อาจปนเปื้อนเข้ามาในระบบโดยปะปนมากับน้ำที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย หรือเกิดการปนเปื้อนลงไปโดยตรงจากการที่เศษดินหรือฝุ่นละอองที่มี spore หรือส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อดังกล่าวปลิวตกลงไปยังถังจ่ายสารละลายที่ฝังอยู่ใต้ดิน ซึ่งปากถังจะอยู่ในแนวระดับเดียวกับพื้นดิน (ดังภาพที่ 2ค) จากนั้นสารละลายจะถูกดูดขึ้นไปตามท่อนำสารละลาย และถูกปล่อยออกทางปลายหัวน้ำหยด ซึ่งเมื่อทำการเก็บตัวอย่างไปตรวจ จะพบเชื้อ *Fusarium* ได้บ่อยครั้งกว่าจากตัวอย่างสารละลายที่ทำการเก็บจากในวัสดุปลูก หรือบางครั้งอาจจะไม่พบเลย ดังเช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

32074

สารละลายที่ให้ผ่านฟองน้ำอัด (ตารางที่ 1) จากผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า ในระบบสารละลายหมุนเวียนที่มีวัสดุปลูก ปริมาณเชื้อ *Fusarium* ในบริเวณสารละลายที่จ่ายให้แก่ต้นพืช (solution inlet) อาจจะมีมากกว่าในสารละลายที่อยู่ในวัสดุปลูก ซึ่งต่างกับที่ Price and Nolan (1984) ได้ รายงานไว้ว่าในระบบ NFT ปริมาณของเชื้อ *Fusarium* ที่ solution outlet จะมากกว่า solution inlet ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าส่วนขยายพันธุ์ของ *Fusarium* ที่ปนเปื้อนอยู่ในสารละลายธาตุอาหาร เมื่อไหลผ่านวัสดุปลูก อาจจะตกค้างอยู่ในส่วนของวัสดุปลูกที่ใช้ เนื่องจากอัตราการไหลของสารละลายในระบบที่มีวัสดุปลูก จะต่ำกว่าในระบบ NFT อีกทั้งยังมีวัสดุปลูกเป็นตัวขวางกั้น และส่วนขยายพันธุ์ดังกล่าวก็มิได้มีการเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนในวัสดุปลูกแต่อย่างไร (เพราะจากการแยกเชื้อในวัสดุปลูกทั้ง 3 ชนิด หลังจากที่ใช้งานแล้ว ไม่พบเชื้อ *Fusarium* แต่ประการใด) ดังนั้นเมื่อทำการตรวจเช็คเชื้อจากสารละลายที่อยู่ในวัสดุปลูกจึงพบเชื้อ *Fusarium* ในความถี่ที่น้อยครั้งกว่า อย่างไรก็ตามในการแยกเชื้อในครั้งนี้ ไม่ได้ทำการตรวจนับจำนวนร่วมด้วย จึงทำให้ไม่ทราบปริมาณเชื้อที่เริ่มต้นจากถังจ่ายสารละลาย (solution inlet) เพราะฉะนั้นจึงไม่สามารถชี้ชัดลงไปได้ว่าการที่ *Fusarium* ไม่เพิ่มจำนวนในวัสดุปลูกนั้น เป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวย หรือเป็นเพราะว่าส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อดังกล่าว น้อยเกินกว่าที่จะเพิ่มจำนวนได้

ในกรณีของ *Trichoderma* sp. พบว่า ความถี่ของการตรวจพบจากสารละลายที่อยู่ในวัสดุปลูก มีแนวโน้มว่าจะตรวจพบได้บ่อยครั้งกว่าจากสารละลายในถังจ่าย อีกทั้งยังสามารถตรวจพบได้จากวัสดุปลูกที่ใช้งานแล้ว (ยกเว้นในขุยมะพร้าว) แสดงให้เห็นว่าเชื้อ *Trichoderma* sp. อาจมีความสามารถในการเพิ่มจำนวน ผลิตส่วนขยายพันธุ์ได้ในวัสดุปลูกบางชนิด และส่วนขยายพันธุ์ดังกล่าวสามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้ในระบบหมุนเวียนสารละลาย ดังจะเห็นได้จากจำนวนครั้งในการตรวจพบเชื้อชนิดนี้ในระบบที่ใช้ฟองน้ำอัดและใยหิน เป็นวัสดุปลูกจัดอยู่ในเกณฑ์ที่สูง (ดังตารางที่ 1)

1.1.2 เชื้อราในกลุ่ม zoosporic fungi

เชื้อราในกลุ่ม zoosporic fungi 2 genera ที่แยกได้จากสารละลายธาตุอาหารที่หมุนเวียนอยู่ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน โดยวิธี pour plate technique และ baiting technique บนอาหาร CMA (Rb) + BNPRA ในแต่ละสัปดาห์พบเชื้อ *Saprolegnia* spp. และ *Pythium* spp. ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงเชื้อราในกลุ่ม zoosporic fungi ที่ตรวจพบในแต่ละสัปดาห์ในระบบปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาวโดยไม่ใช้ดิน แบบมีวัสดุปลูก และใช้สารละลายหมุนเวียน

แหล่งที่ทำการแยกเชื้อ	สัปดาห์ที่ตรวจพบ [1/]										
	2*	3	4*	5	6*	7	8*	9	10*	11	12
น้ำที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย [2/]	S										
ฟองน้ำอัด : สารละลายในถังจ่าย [3/]		S							P		
ฟองน้ำอัด : สารละลายภายในวัสดุปลูก [4/]								P			
ใยหิน : สารละลายในถังจ่าย [3/]	S						P		P		
ใยหิน : สารละลายภายในวัสดุปลูก [4/]		S							P		
ขุยมะพร้าว : สารละลายในถังจ่าย [3/]	S						P				
ขุยมะพร้าว :สารละลายภายในวัสดุปลูก [4/]							P				

[1/] สัปดาห์ที่ใช้อ้างอิงตามอายุของพืช

[2/] สัปดาห์ที่ 2 - 5 ใช้น้ำฝน : สัปดาห์ที่ 6-12 ใช้น้ำประปา

[3/] เก็บตัวอย่างจากปลายท่อน้ำหยด

[4/] เก็บตัวอย่างโดยใช้ syringe ดูดขึ้นมาจากในวัสดุปลูก

* หมายถึง ทำการเปลี่ยนสารละลายใหม่

S *Saprolegnia* spp.

P *Pythium* spp.

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าเชื้อ *Saprolegnia* spp. น่าจะมีการปนเปื้อนเข้ามาในระบบโดยทางน้ำที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำที่ขังเก็บไว้ในภาชนะเป็นเวลานานๆ เช่น น้ำฝน ดังจะเห็นได้จากสามารถตรวจพบเชื้อดังกล่าวได้จากน้ำที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย และสารละลายในถังจ่าย (solution inlet) ของวัสดุปลูกทั้ง 3 ชนิด ในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 ของการปลูกพืช แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า *Saprolegnia* spp. จะตรวจพบได้ในสารละลายภายในวัสดุปลูกได้น้อยครั้ง ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากภายในวัสดุปลูกแต่ละชนิด อาจมีสภาพไม่เหมาะสมต่อการมีชีวิตรอดของเชื้อ *Saprolegnia* เช่นฟองน้ำอัด จะเป็นวัสดุปลูกที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับใยหิน (ตารางผนวกที่ 2) ประกอบกับในช่วงแรกของการปลูกพืชจะมีการให้สารละลายธาตุอาหารในปริมาณที่น้อย จึงเป็นเหตุให้ภายในวัสดุปลูกดังกล่าวมีสภาพที่แห้งและเปียกสลับกันเป็นช่วงๆ ซึ่งเชื้อ *Saprolegnia* อาจไม่สามารถทนต่อสภาพดังกล่าวได้ แต่ในวัสดุปลูกใยหินซึ่งมีความสามารถในการอุ้มน้ำที่ดีกว่า หลังจากผ่านการให้สารละลายแล้วเป็นเวลา 1 สัปดาห์ สภาพภายในใยหินจะมีปริมาณน้ำค่อนข้างจะอิ่มตัวคงที่ในระดับหนึ่ง เชื้อ *Saprolegnia* จึงมีชีวิตรอดอยู่ได้ และสามารถตรวจพบได้ในสัปดาห์ที่ 3 (ตารางที่ 2) นอกจากนี้ยังพบว่า การเปลี่ยนสารละลายใหม่ โดยใช้น้ำที่ปราศจากการปนเปื้อน สามารถควบคุมเชื้อ *Saprolegnia* ในระบบหมุนเวียนสารละลายให้น้อยลงได้ อย่างไรก็ตามในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เชื้อ *Saprolegnia* จะไม่ค่อยเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับ *Pythium* spp. ซึ่งมีรายงานว่าเป็นสาเหตุที่สำคัญของการเกิดโรคโคนเน่ารากเน่า ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Stanghellini and Rasmussen, 1994)

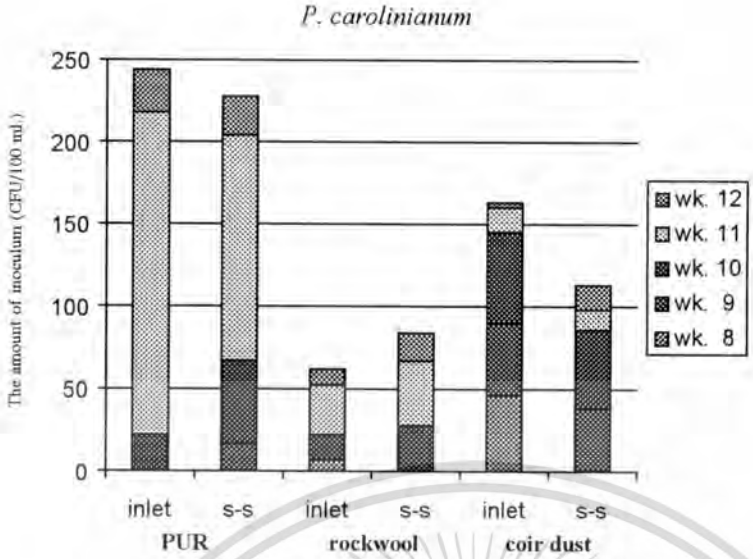
Pythium spp. ที่ตรวจพบในระบบหมุนเวียนสารละลาย สามารถตรวจพบได้ทั้งในสารละลายในถังจ่าย และสารละลายภายในวัสดุปลูก ในสัดส่วนที่เท่ากัน (ตารางที่ 2) แสดงให้เห็นว่า *Pythium* spp. มีความสามารถแพร่กระจายในระบบหมุนเวียนสารละลายได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับที่ Price and Nolan (1984) ได้รายงานไว้ เป็นที่น่าสังเกตว่าการตรวจพบเชื้อ *Pythium* จะอยู่ในช่วงท้ายๆ ของการปลูกพืช (สัปดาห์ที่ 8-12) ซึ่งเป็นช่วงที่แตงกวายุโรปกำลังให้ผลผลิต ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าในช่วงเวลาดังกล่าว ที่บริเวณรากพืชอาจมีการปลดปล่อย exudate หรือสารบางอย่างออกมามากกว่าปกติ ซึ่งจะส่งเสริมการเจริญของเชื้อ นอกจากนี้ในช่วงเวลาดังกล่าวต้นแตงกวาจะเกิดการ stress จึงทำให้เชื้อ *Pythium* spp. ในช่วงนี้มีการเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างมากจนกระทั่งสามารถตรวจพบได้

1.2 ปริมาณเชื้อ Pythium spp. ที่พบ ลักษณะการแพร่กระจายและความสามารถในการทำให้เกิดโรค

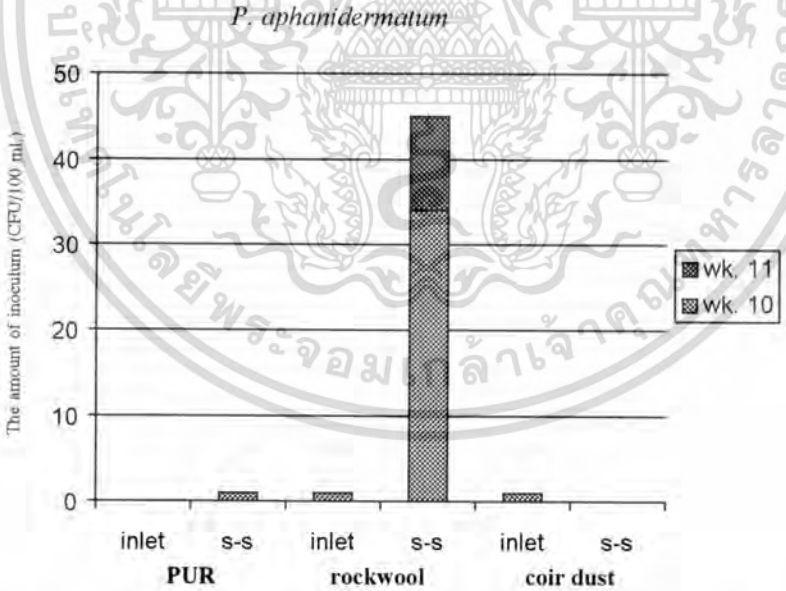
1.2.1 ปริมาณเชื้อ *Pythium* spp. ที่แพร่กระจายอยู่ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

เชื้อ *Pythium* ที่ตรวจพบในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ในสัปดาห์ที่ 8-12 (ตารางที่ 2) สามารถจัดจำแนกตามหลักเกณฑ์ของ Van der Plaats (1981) ได้เป็น 4 species คือ *P. aphanidermatum* (Edson) Fitzp., *P. carolinianum* Matthews, *P.* 'group G' และ *P.* 'group HS' ในกรณีของ *P.*'group G' และ P.'group HS' จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา ยังไม่พบโครงสร้างที่ใช้ในการสืบพันธุ์โดยอาศัยเพศ (oogonium และ antheridium) คงพบแต่ sporangium ที่มีรูปร่างกลม (globose) และ hyphal swellings จึงได้จำแนกไว้เป็น *P.* 'group G' และ *P.* 'group HS' ตามลำดับ ปริมาณที่พบและลักษณะการแพร่กระจายของแต่ละ specie ได้แสดงรายละเอียดไว้ในภาพที่ 3 - 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

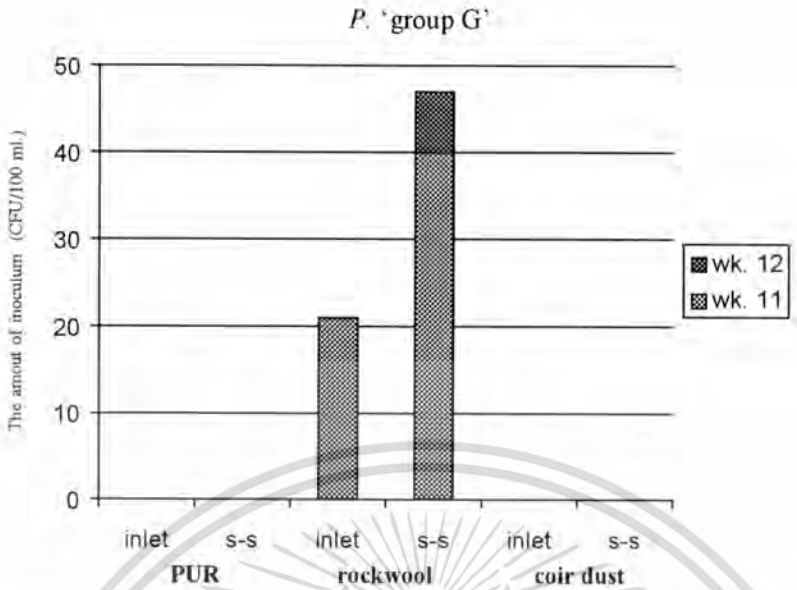


ภาพที่ 3 แสดงปริมาณเชื้อ *P. carolinianum* ที่ตรวจพบในระหว่างสัปดาห์ ที่ 8-12 ในระบบหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหาร ที่ใช้ปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาว โดยใช้วัสดุปลูกชนิดต่างๆ (inlet = สารละลายในถังจ่าย : s-s = สารละลายจากภายในวัสดุปลูก)

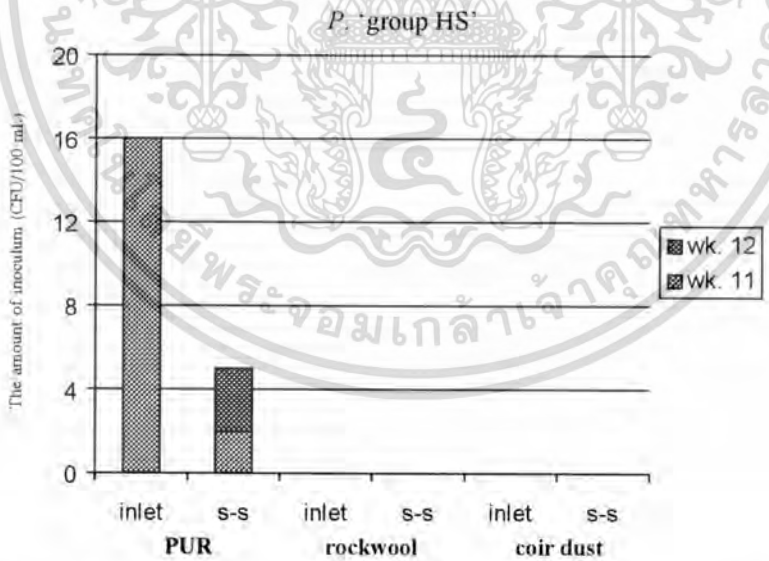


ภาพที่ 4 แสดงปริมาณเชื้อ *P. aphanidermatum* ที่ตรวจพบในสัปดาห์ที่ 10 และ 11 ในระบบหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหาร ที่ใช้ปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาว โดยใช้วัสดุปลูกชนิดต่างๆ (inlet = สารละ-ลายในถังจ่าย : s-s = สารละลายจากภายในวัสดุปลูก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 แสดงปริมาณเชื้อ *P.* 'group. G' ที่ตรวจพบในสัปดาห์ที่ 11 และ 12 ในระบบหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหาร ที่ใช้ปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาว โดยใช้วัสดุปลูกชนิดต่างๆ
(inlet = สารละลายในถังจ่าย ; s-s = สารละลายจากภายในวัสดุปลูก)



ภาพที่ 6 แสดงปริมาณเชื้อ *P.* 'group. HS' ที่ตรวจพบในสัปดาห์ที่ 11 และ 12 ในระบบหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหาร ที่ใช้ปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาว โดยใช้วัสดุปลูกชนิดต่างๆ
(inlet = สารละลายในถังจ่าย ; s-s = สารละลายจากภายในวัสดุปลูก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการตรวจนับปริมาณเชื้อ *Pythium* ที่หมุนเวียนอยู่ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (เก็บจากสารละลายในถังจ่าย : inlet และสารละลายในวัสดุปลูก : s-s) มีปริมาณและลักษณะการแพร่กระจายที่แตกต่างกันไป ดังนี้คือ

P. carolinianum เป็น specie ที่ตรวจพบได้ในปริมาณที่มากที่สุด (เฉลี่ยประมาณ 150 CFU/100 มิลลิลิตร) และบ่อยครั้งที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ species อื่นๆ โดยสามารถตรวจพบได้ในทุกสัปดาห์ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8-12 จากการตรวจนับพบว่า จะมีปริมาณมากที่สุดในสารละลายหมุนเวียนที่ใช้ฟองน้ำอัดเป็นวัสดุปลูก รองลงมาคือขุยมะพร้าว และใยหิน ตามลำดับ ปริมาณที่ตรวจพบในสารละลายจากถังจ่าย (solution inlet) และสารละลายจากในวัสดุปลูก (s-s) จะมีความผันแปรไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ปลูก แต่มีแนวโน้มว่าในสารละลายจากถังจ่ายจะถูกตรวจพบเชื้อชนิดนี้ได้ในปริมาณที่มากกว่าในสารละลายที่อยู่ภายในวัสดุปลูก (ยกเว้นในใยหิน)

P. aphanidermatum สามารถตรวจพบได้ในสัปดาห์ที่ 10 และ 11 ในสารละลายหมุนเวียนที่ใช้ใยหินเป็นวัสดุปลูก (ปริมาณที่ตรวจพบสูงสุดประมาณ 45 CFU/100 มิลลิลิตร) ส่วนในฟองน้ำอัด และขุยมะพร้าว จะพบเชื้อดังกล่าวในปริมาณที่ค่อนข้างน้อย ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากใยหินเป็นวัสดุปลูกที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีกว่า และเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อชนิดนี้ ในกรณีของใยหินพบว่า ปริมาณเชื้อที่ตรวจพบจากสารละลายภายในวัสดุปลูก จะมีปริมาณที่มากกว่าปริมาณเชื้อที่ตรวจจากสารละลายในถังจ่าย (ภาพที่ 4) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสัปดาห์ที่ 10 แสดงให้เห็นว่าส่วนขยายพันธุ์ของ *P. aphanidermatum* จะอยู่ในส่วนของวัสดุปลูกเป็นส่วนใหญ่ อีกทั้งยังมีการเจริญเติบโตและสร้างส่วนขยายพันธุ์เพิ่มขึ้นตรงบริเวณดังกล่าว และแพร่กระจายไปยังส่วนอื่นๆ ของระบบหมุนเวียน ส่วนในสัปดาห์ที่ 11 ที่ตรวจไม่พบเชื้อจากสารละลายในถังจ่าย แต่ยังคงตรวจพบได้ในสารละลายในวัสดุปลูกแต่มีปริมาณที่ลดลง เนื่องจากได้ทำการเปลี่ยนถ่ายสารละลายใหม่

P. 'group. G' ตรวจพบได้ในสัปดาห์ที่ 11 และ 12 ในสารละลายหมุนเวียนที่ใช้ใยหินเป็นวัสดุปลูก โดยตรวจพบจากสารละลายในวัสดุปลูก ในปริมาณที่มากกว่าสารละลายจากถังจ่าย (solution inlet) เช่นเดียวกับเชื้อ *P. aphanidermatum*

P. 'group HS' เป็น specie ที่ตรวจพบในปริมาณที่น้อยที่สุด โดยตรวจพบได้ในสัปดาห์ที่ 11 และ 12 ในสารละลายหมุนเวียนที่ใช้ฟองน้ำอัดเป็นวัสดุปลูก ลักษณะการแพร่กระจายพบว่าเชื้อชนิดนี้จะอยู่ในส่วนของสารละลายจากถังจ่าย (solution inlet) ในปริมาณที่มากกว่าสารละลายในวัสดุปลูก

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงลักษณะการแพร่กระจายของเชื้อ *Pythium* ทั้ง 4 species แล้วจะพบว่า จะมีการแพร่กระจายที่ไม่เป็นแบบแผนที่แน่นอน กล่าวคือ บางครั้งจะตรวจพบเชื้อ *Pythium* spp. จากสารละลายในถังจ่าย (solution inlet) ได้ในปริมาณที่มากกว่าสารละลายจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในวัสดุปลูก แต่บางครั้งผลก็เป็นไปในทางตรงกันข้าม แม้ว่าจะเป็น specie เดียวกันก็ตาม Price and Nolan (1984) ได้รายงานว่าเชื้อ *Pythium* ที่ทำการตรวจพบจากบริเวณสารละลายที่ให้ (solution inlet) กับสารละลายที่ระบายออก (solution outlet) ของระบบปลูกพืชแบบ NFT จะมีปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบมีวัสดุปลูกนั้น วัสดุปลูกอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการแพร่กระจายของเชื้อ *Pythium* ในระบบหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหาร ซึ่งในการทดลองนี้พบว่าระบบที่ใช้ฟองน้ำอัดเป็นวัสดุปลูก มีแนวโน้มว่าจะทำการตรวจพบเชื้อ *Pythium* ได้จากส่วนของสารละลายในถังจ่าย (solution inlet) ในปริมาณที่มากกว่าสารละลายที่อยู่ภายในวัสดุปลูก ดังเช่นในกรณีของ *P. carolinianum* และ *P.* 'group HS' (ภาพที่ 3 และ 6) แต่ในระบบที่ใช้ใยหินเป็นวัสดุปลูก จะทำการตรวจพบเชื้อ *Pythium* จากสารละลายที่อยู่ภายในวัสดุปลูกได้ในปริมาณที่มากกว่าสารละลายในถังจ่าย (ภาพที่ 3, 4 และ 5) ซึ่งเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจว่า นอกเหนือไปจากการวิจัยพัฒนาวัสดุปลูกให้มีคุณสมบัติเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชแล้ว ยังอาจพัฒนาให้มีคุณสมบัติในการป้องกันหรือควบคุมปริมาณเชื้อสาเหตุโรคพืชในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินได้ด้วยหรือไม่

1.2.2 ความสามารถในการทำให้เกิดโรค

จากการนำเชื้อ *Pythium* spp. ที่แยกได้จากระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน มาปลูกเชื้อลงในพืชทดสอบที่ทำการปลูกใน 2 รูปแบบคือ พืชทดสอบที่ปลูกโดยวิธีปกติ (ปลูกในดิน) กับพืชทดสอบที่ปลูกโดยไม่ใช้ดิน ได้ผลดังตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนต้นแตงกวาที่เป็นโรคโคนเน่ารากเน่า หลังจากการปลูกเชื้อ *Pythium* spp.

เชื้อก่อโรค	พืชทดสอบที่ปลูกในดิน (Soil condition)					คิดเป็น	พืชทดสอบที่ปลูกโดยไม่ใช้ดิน (Hydroponic condition)					คิดเป็น
	จำนวนพืชทดสอบ	จำนวนพืชที่เป็นโรค (ต้น)				เปอร์เซ็นต์	จำนวนพืชทดสอบ	จำนวนพืชที่เป็นโรค (ต้น)				เปอร์เซ็นต์
	(ต้น)	5	10	15	20[1/]		(ต้น)	5	10	15	20	
P. aphanidermatum (Extract)	17	2	2	-	-	23.5	21	1	2	3	-	28.6
P. aphanidermatum (Agar plug)	23	-	3	-	-	13.0	21	-	1	1	-	9.5
P. carolinianum (Agar plug)	17	-	-	1	2	17.6	31	-	2	-	-	6.5
P. 'group g' (Agar plug)	23	-	1	1	1	13.0	22	-	-	-	-	0
รวม	80	2	6	2	3	13	95	1	5	4	-	10
คิดเป็นเปอร์เซ็นต์	100	2.5	7.5	2.5	3.8	16.25	100	1.1	5.3	4.2	0	10.52

[1/] จำนวนวันหลังการปลูกเชื้อ

จากตารางที่ 3 จะพบว่าเชื้อ *Pythium* spp. ที่นำมาปลูกเชื้อ มีความสามารถในการทำให้เกิดโรคโคนเน่าและรากเน่าได้ ในเรื่องของความทนทานของพืชทดสอบที่ปลูกในสภาพต่างๆ พบว่า พืชทดสอบที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน มีแนวโน้มที่จะแสดงการเป็นโรคต่ำกว่าพืชทดสอบที่ปลูกในดิน ดังจะเห็นได้จากเปอร์เซ็นต์การเกิดโรครวมของพืชทดสอบที่ปลูกในดิน มีค่าเท่ากับ 16.25 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พืชทดสอบที่ปลูกในระบบที่ไม่ใช้ดินมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรครวมเท่ากับ 10.52 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ในแง่ของการเจริญเติบโตและผลผลิต ยังพบว่าพืชทดสอบที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (ที่ยังคงมีชีวิตอยู่) ยังสามารถที่จะเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ตามปกติ

ในการทดลองครั้งนี้จะเห็นได้ว่า เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคในพืชทดสอบมีค่าค่อนข้างต่ำเนื่องจากเชื้อ *Pythium* spp. ที่นำมาทดสอบเป็น culture เชื้อที่แยกได้จากระบบหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหารในระหว่างที่ทำการปลูกพืช แต่การทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคกระทำขึ้นภายหลังจากที่ได้สิ้นสุดการปลูกแตงกวายุโรปในการทดลองนี้มาแล้ว จึงอาจทำให้ความสามารถในการทำให้เกิดโรคของเชื้อดังกล่าวลดลง

1.3 โรคของแตงกวายุโรปที่ตรวจพบในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

1.3.1 โรค สาเหตุโรค และช่วงเวลาการเกิดโรค

จากการสำรวจโรคของแตงกวาพันธุ์ผลยาว ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ในช่วงฤดูหนาวพบโรคและอาการผิดปกติต่างๆ ซึ่งสามารถจำแนกเป็นกลุ่มๆ ได้ดังตารางที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงโรคของแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ตรวจพบในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ช่วงเดือน	ธันวาคม			มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม			
ช่วงอายุของพืช (สัปดาห์ที่) / โรคที่ตรวจพบ	เพาะกล้า			ย้ายปลูกลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน									
	งอก			การเจริญเติบโตทางลำต้น			ให้ผลผลิต						
							ออกดอก						
										เก็บเกี่ยว			
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
โรคที่เกิดจากเชื้อที่มาทางอากาศ - โรคราแป้งขาว เชื้อสาเหตุ *Oidium* sp.							←	—	—	—	—	—	→
โรคที่เกิดจากเชื้อที่มาทางสารละลายธาตุอาหาร - โรครากเน่าโคนเน่า เชื้อสาเหตุ *P. aphanidermatum*										↔			
กลุ่มอาการผิดปกติที่ใบและยอด - อาการยอดแห้ง ใบหด ที่เกิดจากไรขาว - อาการยอดหงิก ใบหงิก เนื่องจากเพลี้ยอ่อน - ใบมีสีและรูปร่างผิดปกติ เนื่องจากไวรัส									←	—	—	—	→

จากตารางที่ 4 พบว่าโรคราแป้งขาวจะเกิดขึ้นในช่วงท้ายของการเจริญเติบโตของต้นแตง (อายุ 6-12 สัปดาห์) ซึ่งต้นแตงกวามีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบ (vegetative growth) เต็มที่แล้ว และกำลังจะอยู่ในช่วงให้ผลผลิต การเกิดโรคจะสามารถแพร่ระบาดไปได้ทั่วทั้งโรงเรือน และคงดำเนินต่อไปจนถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต

โรคโคนเน่า และรากเน่า จะเกิดขึ้นในช่วงที่ต้นแตงกวาพันธุ์ยุโรปอยู่ในระยะให้ผลผลิต และเริ่มเก็บเกี่ยว (อายุ 10 สัปดาห์) การเกิดโรคแม้ว่าจะไม่แพร่ระบาดไปทั่วทั้งโรงเรือนแบบโรคราแป้งขาว แต่ก็เป็นผลทำให้ต้นแตงที่เป็นโรคตายได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามการเกิดโรคอาจสามารถจำกัดอยู่ในขอบเขตได้ ถ้าทำการกำจัดต้นที่เป็นโรคให้ทันท่วงที

กลุ่มอาการผิดปกติที่ใบและยอด อาการที่พบเริ่มแรก คือ ใบอ่อนของต้นแตงจะมีอาการงุ้มลง มีสีเขียวเข้มกว่าปกติ บริเวณผิวด้านบนจะมีลักษณะหยาบกระด้าง อาการดังกล่าวเกิดจากการเข้าทำลายของไรขาว จากนั้นใบและยอดอ่อนที่เกิดขึ้นใหม่ มักจะมีรูปร่างที่ผิดปกติไปจากเดิม มีลักษณะงุ้มงอไม่แผ่ขยาย พบอาการด่างเหลือง หรือด่างเขียว มักมีอาการของการแตกยอดมากกว่าปกติร่วมด้วย แต่ต้นไม่ค่อยเจริญมีลักษณะค่อนข้างแกรน นอกจากไรขาวแล้วยังอาจมีการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนร่วมด้วย แต่ลักษณะของใบที่ถูกเพลี้ยอ่อนเข้าทำลายมักจะหงิก ยอดอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หงิก บริเวณด้านใต้ใบจะพบเพลี้ยอ่อนเป็นจำนวนมาก และเมื่อมีการแตกยอดใหม่อาจจะพบอาการด่างของไวรัส กลุ่มของอาการดังกล่าวจะพบในช่วงที่แตงกวาพันธุ์ผลยาวเริ่มออกดอกถึงเก็บเกี่ยว (6-11 สัปดาห์)

1.3.2 อัตราการเกิดโรคและความรุนแรงของโรค

1) โรคราแป้งขาว

ลักษณะอาการที่พบ (ภาพที่ 7) จะเริ่มสังเกตเห็นส่วนของเชื้อรา (sign) มีลักษณะเป็นขุยสีขาวอยู่ตามบริเวณข้อและปล้องของต้นแตง โดยอาการจะลุกลามจากบริเวณโคนต้นไปถึงบริเวณยอด ในระหว่างที่เชื้อรากำลังเจริญเติบโตแพร่จำนวนเข้าครอบครอง (colonization) บริเวณโคนต้นนั้น ก็จะมีการแพร่ระบาดไปยังข้อปล้องอื่นๆ ในต้นเดียวกัน และในต้นอื่นๆ จนเกือบทั่วทั้งโรงเรือน หลังจากนั้น sign ของเชื้อราจะปรากฏบนใบพืช มองเห็นเป็นผงแป้งสีขาวเกาะอยู่ด้านบนของใบ ใบแตงบริเวณที่ถูกราแป้งขาวเข้าทำลาย จะเป็นสีเหลือง และแห้งตาย เป็นผลให้ใบร่วงเร็วกว่าปกติ หรืออาจเป็นเหตุให้มีราชนิดอื่นเข้าทำลายซ้ำ (secondary infection)

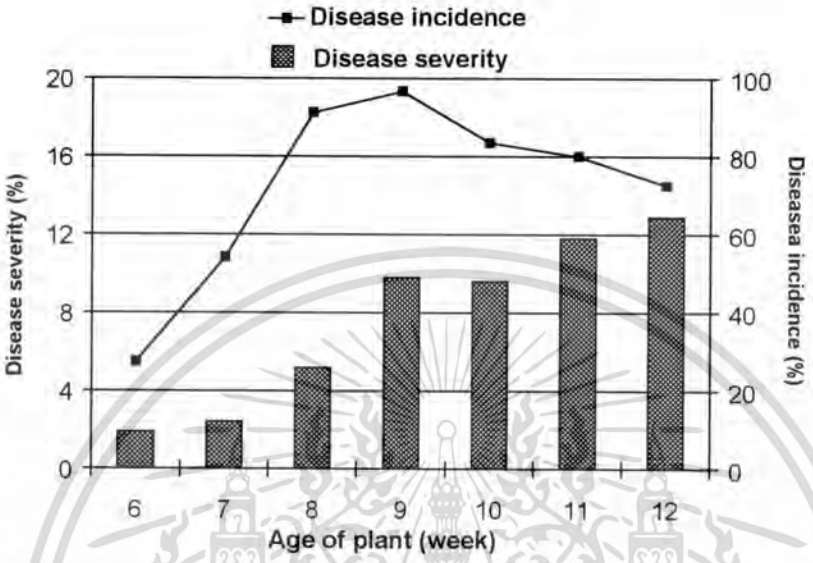
ภาพที่ 7 ลักษณะของโรคราแป้งขาวที่ตรวจพบบนต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดิน

ก : บนข้อและปล้อง

ข : บนใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการตรวจเช็คการเกิดโรค (disease incidence) และความรุนแรง (disease severity) ของแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในแต่ละสัปดาห์ ได้ผลดังแสดงไว้ในภาพที่ 8

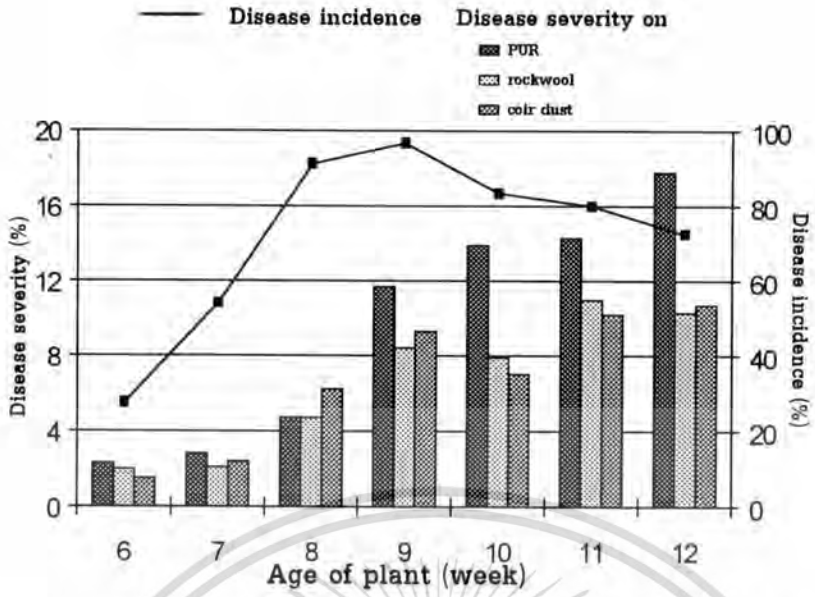


ภาพที่ 8 แสดงการเกิดโรค (disease incidence) และความรุนแรง (disease severity) ของโรคราแป้ง-ขาวในแตงกวาพันธ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

จากภาพที่ 8 จะพบว่าการเกิดโรคราแป้งขาว จะเกิดขึ้นเมื่อต้นแตงกวายุโรปมีอายุประมาณ 6 สัปดาห์ขึ้นไป ซึ่งจะเป็นระยะที่ต้นแตงมีการเจริญเติบโตทางด้าน vegetative growth เต็มที่แล้ว ลักษณะการแพร่ระบาดของโรคจะเป็นไปได้อย่างรวดเร็วทั่วทั้งโรงเรือน ภายในเวลา 3 สัปดาห์ โดยมีอัตราการเกิดโรคสูงสุดที่ 96.7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อต้นแตงกวามีอายุได้ 9 สัปดาห์ จากนั้นการเกิดโรคจะค่อยๆ ลดลง เนื่องจากการเกิดโรคในครั้งนี้ มีค่าความรุนแรงไม่ค่อยมากนัก (ค่าความรุนแรงเฉลี่ยทั้งโรงเรือนเพียง 7.7 เปอร์เซ็นต์) ต้นแตงกวาบางต้นที่ถูกเข้าทำลายไม่มาก เมื่อส่วนที่ถูกทำลาย (ใบ) แห้งหรือหลุดร่วงลงไป เป็นผลให้การเกิดโรคเฉลี่ยของทั้งโรงเรือนลดลงด้วย อย่างไรก็ตามในแง่ของ disease severity นั้น มิได้ลดลงแต่ประการใด แต่จะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเรื่อยๆ

เมื่อนำค่าความรุนแรง (disease severity) ของโรคราแป้งขาวในแตงกวายุโรปที่ปลูกในการทดลองที่ 1 มาเปรียบเทียบแยกตามวัสดุที่ใช้ปลูก ได้ผลดังแสดงไว้ในภาพที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



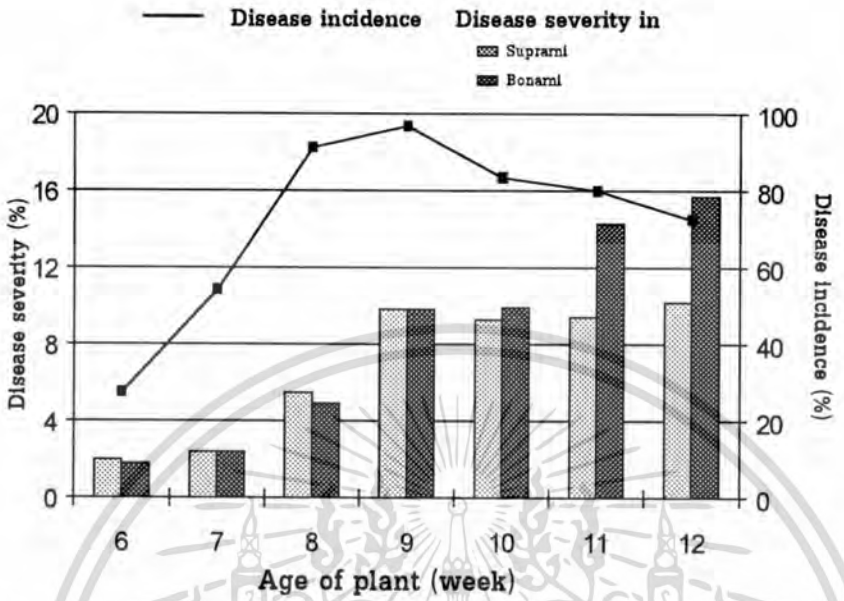
ภาพที่ 9 แสดงการเกิดโรค (disease incidence) และความรุนแรง (disease severity) ของโรคราแป้ง-ขาวในแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกบนวัสดุปลูกชนิดต่างๆ ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

จากภาพที่ 9 จะสังเกตเห็นว่าความรุนแรงของโรคราแป้งขาวที่เกิดกับแตงกวาที่ปลูกบนฟองน้ำอัด (PUR) มีแนวโน้มที่จะมีความรุนแรงของโรคสูงกว่าจากที่ปลูกบนวัสดุปลูกอีก 2 ชนิด เกือบทุกสัปดาห์ สำหรับในกรณีที่พิจารณาเปรียบเทียบระหว่างวัสดุปลูกใยหินและขุยมะพร้าว จะพบว่าลักษณะความรุนแรงของโรคดังกล่าวจะไม่ค่อยเป็นแบบแผนที่สอดคล้องกันตลอดทุกสัปดาห์ โดยในบางสัปดาห์ความรุนแรงของโรคที่ปลูกบนใยหิน จะมีค่ามากกว่าที่ปลูกบนขุยมะพร้าว แต่ในบางกรณีต้นแตงกวาที่ปลูกบนขุยมะพร้าวกลับเป็นโรครุนแรงกว่า ดังนั้นจึงยังไม่สามารถสรุปได้ว่าการที่แตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกบนฟองน้ำอัดเป็นโรคราแป้งขาวค่อนข้างรุนแรงกว่าที่ปลูกบนวัสดุปลูกชนิดอื่นๆ นั้น เป็นผลมาจากอิทธิพลของวัสดุปลูกโดยตรง หรือสภาพแวดล้อมอื่นๆ ประกอบด้วย เนื่องจากแตงกวาที่ปลูกในระบบที่ใช้ฟองน้ำอัดเป็นวัสดุปลูกและระบบที่ใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกจะอยู่ทางด้านข้างของโรงเรือน ในขณะที่แตงกวาที่ปลูกในระบบที่ใช้ใยหินเป็นวัสดุปลูกจะอยู่บริเวณส่วนกลางของโรงเรือน ดังนั้นในต้นแตงกวาที่ปลูกอยู่ในบริเวณด้านข้างของโรงเรือน จึงมีโอกาสที่จะสัมผัสกับเชื้อที่ปลิวมาจากภายนอกโรงเรือนได้มากกว่าต้นแตงที่ปลูกในบริเวณส่วนกลางของโรงเรือน ซึ่งต้องรอผลการทดลองในการทดลองอื่นๆ ประกอบการสรุปด้วยอีกครั้งหนึ่ง

เมื่อนำค่าความรุนแรง (disease severity) ของโรคราแป้งขาวในแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูก มาเปรียบเทียบตามพันธุ์แตงที่ใช้ปลูก จะพบว่าในช่วงแรกของการเกิดโรค (ต้นแตงมีอายุ 6-9 สัปดาห์) แตงกวาผลยาวพันธุ์ Suprami จะมีความรุนแรงของโรคค่อนข้างสูงกว่าพันธุ์ Bonami เล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อย แต่หลังจากที่โรคราแป้งขาวได้ระบาดไปทั่วทั้งโรงเรือนแล้ว (ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 9 เป็นต้นไป) ความรุนแรงในพันธุ์ Bonami จะสูงกว่าพันธุ์ Suprami ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 การเกิดโรค (disease incidence) และความรุนแรง (disease severity) ของโรคราแป้งขาวในแตงกวาผลยาวพันธุ์ Suprami และ Bonami ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

2) โรคโคนเน่า รากเน่า

ลักษณะอาการที่พบ (ภาพที่ 11) ต้นแตงกวาที่เป็นโรคจะมีอาการเหี่ยว ใบลู่ลง ตั้งแต่โคนจนถึงยอด ซึ่งเป็นอาการเริ่มแรกที่สังเกตเห็นได้ เมื่อทำการตัดลำต้นมาแช่น้ำ จะไม่พบส่วนของน้ำเยิ้มของแบคทีเรีย (ooze) ไหลออกมา และไม่พบอาการสีน้ำตาลบริเวณ xylem อาการเหี่ยวดังกล่าวเป็นผลมาจากการที่เชื้อราเข้าทำลายบริเวณรากและโคนต้น ถ้าปล่อยทิ้งไว้นานๆ อาจพบอาการแผลสีน้ำตาลที่บริเวณโคนต้น และเมื่อทำการแยกเชื้อสาเหตุและทำการจัดจำแนกพบว่าเป็นเชื้อ *Pythium aphanidermatum*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 11 ลักษณะอาการของโรคโคนเน่ารากเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ในต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

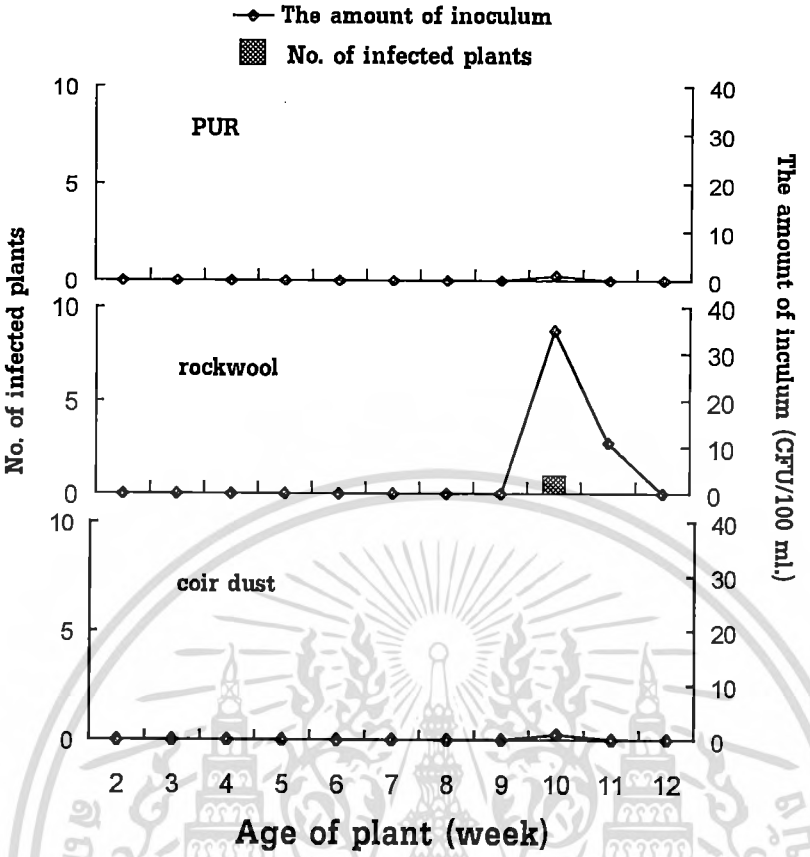
ก : ใบของต้นแตงจะมีอาการเหี่ยวลู่ลง

ข : มักจะพบอาการในระยะที่กำลังให้ผลผลิต

ค : ลักษณะโคนต้นที่ถูกเชื้อราเข้าทำลาย

ในการปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาวครั้งนี้ พบต้นแตงที่เป็นโรครากเน่าโคนเน่า จำนวน 1 ต้น ได้แก่ แตงกวาพันธุ์ Suprami ที่ปลูกในระบบที่ใช้ใยหินเป็นวัสดุปลูก ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นแตงที่เป็นโรคกับปริมาณเชื้อก่อโรค แสดงไว้ในภาพที่ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อก่อโรค (*Pythium aphanidermatum*) กับจำนวนต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่เป็นโรคโคนเน่ารากเน่าที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบใช้วัสดุปลูกชนิดต่างๆ

จากภาพที่ 12 จะเห็นได้ว่าปริมาณเชื้อ *P. aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่ตรวจพบในระบบหมุนเวียนสารละลาย มีผลโดยตรงต่อการเกิดโรคโคนเน่ารากเน่าของแตงกวาพันธุ์ผลยาว ดังจะเห็นได้จากระบบที่ใช้ใยหินเป็นวัสดุปลูก ในสัปดาห์ที่ 10 จะตรวจพบเชื้อดังกล่าวได้ในปริมาณที่สูงกว่าจากระบบอื่นๆ (35 CFU/100 มิลลิลิตร) ในขณะเดียวกันต้นแตงที่ปลูกในระบบนี้ก็แสดงอาการของโรคดังกล่าวขึ้นเช่นกัน ซึ่งนับว่าเป็นสิ่งที่ชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อก่อโรคกับการเป็นโรคของพืช

3) กลุ่มอาการผิดปกติที่ใบและยอด

ลักษณะอาการที่พบ (ภาพที่ 13, 14) เป็นผลมาจากการเข้าทำลายของไรขาวเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ใบอ่อนมีลักษณะหด แกรน งุ้มลง ยอดจะแห้งตาย ใบและยอดอ่อนที่เกิดขึ้นใหม่จะมีลักษณะแคระแกรนกว่าปกติ ไม่แผ่ขยาย หดเป็นรอยหยิก ในบางต้นก็อาจพบการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนร่วมด้วย และอาจพบอาการด่างคล้ายกับไวรัส ต้นแตงกวาที่แสดงอาการดังกล่าวข้าง

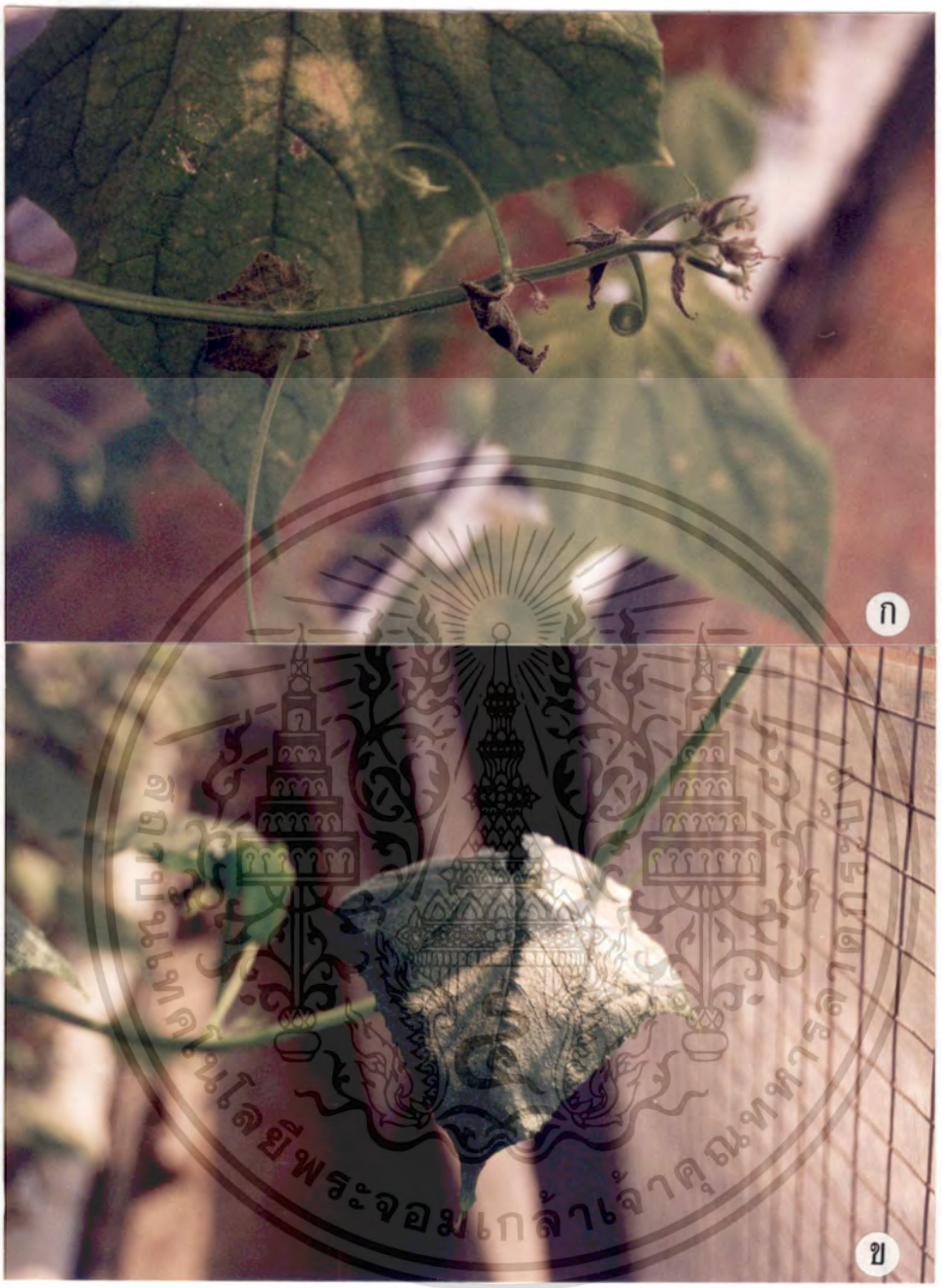
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นได้ถูกตรวจพบในช่วงสัปดาห์ต่างๆ ของการปลูก ซึ่งได้สรุปไว้ในตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่าจำนวนต้นแตงกวาที่มีอาการผิดปกติที่ใบและยอด จะเพิ่มขึ้นสูงในช่วงหลังของฤดูปลูกคือประมาณสัปดาห์ที่ 10 และ 11 ในทุกวัสดุปลูก และทั้ง 2 พันธุ์ของแตง

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ที่แสดงความผิดปกติที่ใบและยอด

ทรีทเมนต์		จำนวนซ้ำ	จำนวนต้นที่แสดงอาการผิดปกติในแต่ละสัปดาห์ (ต้น)				
วัสดุปลูก	พันธุ์	(ต้น)	7	8	9	10	11
ฟองน้ำอัด	Suprami	20	-	-	3	6	8
	Bonami	20	-	2	4	5	9
ใยหิน	Suprami	20	-	1	2	8	9
	Bonami	20	-	-	4	5	8
ขุยมะพร้าว	Suprami	20	-	-	-	3	6
	Bonami	20	1	7	11	11	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

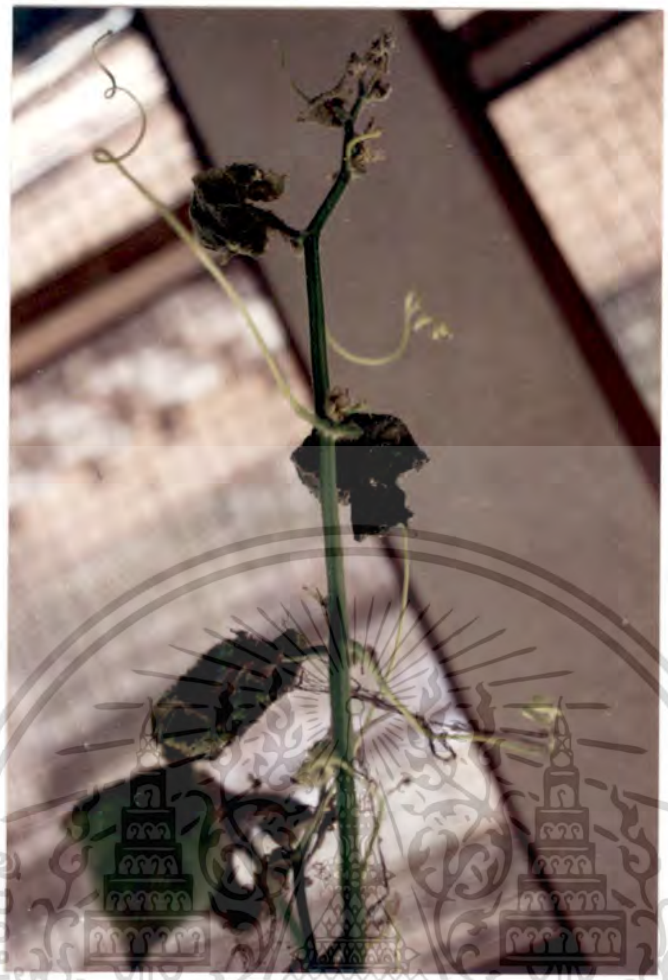


ภาพที่ 13 กลุ่มอาการผิดปกติที่ใบและยอดของแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดิน

ก : ยอดแตงกวาที่ถูกไรขาวเข้าทำลาย

ข : ใบแตงกวาที่ถูกไรขาวเข้าทำลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14 ยอดแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ถูกเข้าทำลายโดยเพลี้ยอ่อนและไรขาว

อาการยอดหงิก ใบหงิก (ภาพที่ 15) ที่เกิดจากเพลี้ยอ่อน พบว่าอาการดังกล่าวจะเกิดขึ้นในช่วงเดียวกันกับอาการยอดแห้งตายที่เกิดจากการเข้าทำลายของไรขาว แต่ใบพืชที่ถูกเพลี้ยอ่อนเข้าทำลายจะมีลักษณะม้วนงอหงิก โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณยอดและใบอ่อน ที่ด้านล่างของใบจะพบเพลี้ยอ่อนเป็นจำนวนมาก จากนั้นยอดและใบอ่อนอาจจะแห้งตาย การแพร่ระบาดจะพบมากในช่วงที่ต้นแตงกำลังให้ผลผลิต จนกระทั่งถึงเก็บเกี่ยวเช่นกัน (ตาราง ที่ 6)

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ที่ถูกเพลี้ยอ่อนเข้าทำลาย

ทรีทเมนต์		จำนวนซ้ำ	จำนวนต้นที่พบการเข้าทำลายในแต่ละสัปดาห์ (ต้น)				
วัสดุปลูก	พันธุ์	(ต้น)	8	9	10	11	12
ฟองน้ำอัด	Suprami	20	-	2	2	3	-
	Bonami	20	2	3	1	7	6
ใยหิน	Suprami	20	3	2	2	3	1
	Bonami	20	-	-	2	9	4
ขุยมะพร้าว	Suprami	20	1	-	6	3	-
	Bonami	20	2	1	3	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

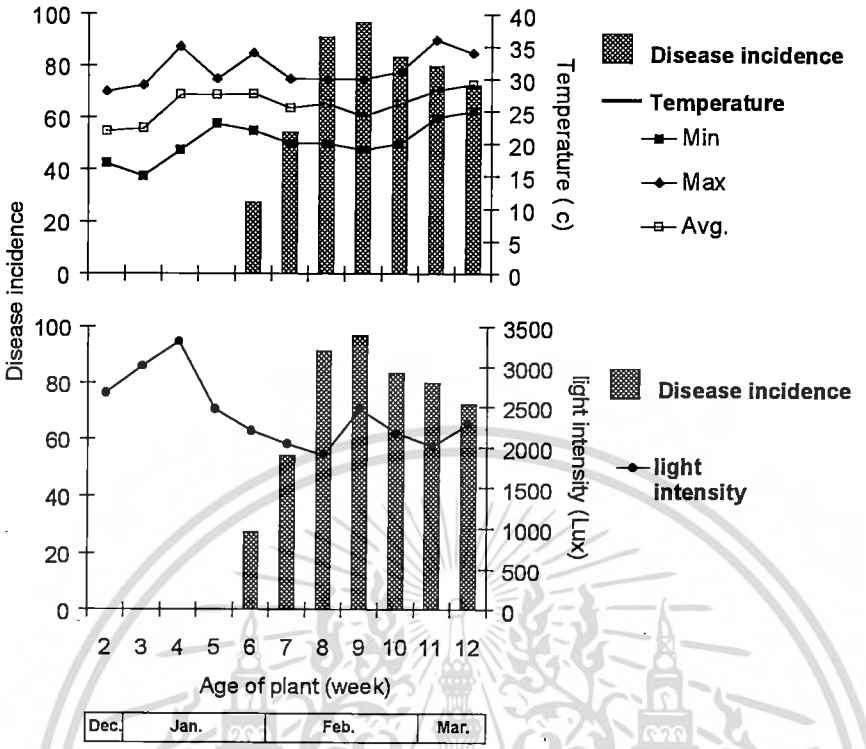
ภาพที่ 15 กลุ่มอาการผิดปกติที่ใบและยอดของแตงกวาพันธุ์ผลยาวในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน
ก : การเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนที่ยอด
ข : กลุ่มของเพลี้ยอ่อนใต้ใบแตง

1.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างโรคที่ตรวจพบกับสภาพแวดล้อม

1) โรคราแป้งขาว

จากการนำเอาการเกิดโรคของราแป้งขาว (disease incidence) มาเปรียบเทียบกับกราฟสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน ดังแสดงไว้ในภาพที่ 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

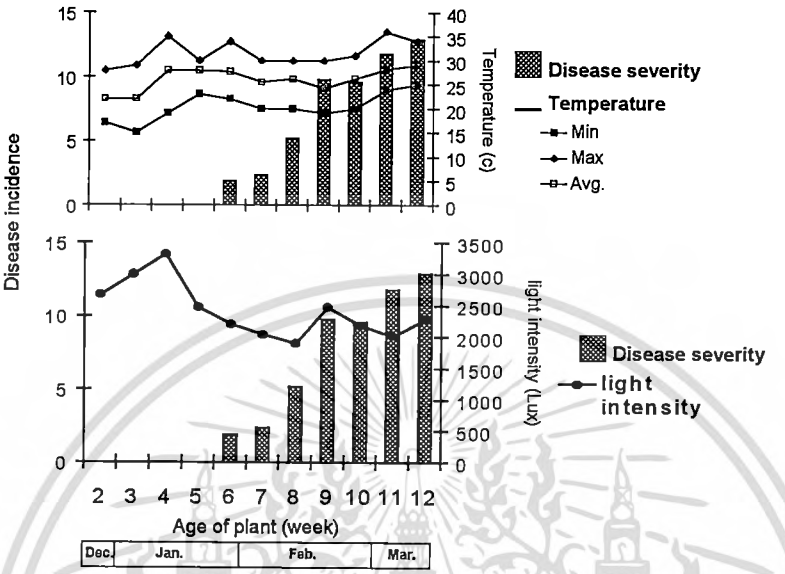


ภาพที่ 16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดโรคราแป้งขาว (disease incidence) กับสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิและแสง) ภายในโรงเรือนระหว่างที่ทำการปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาวในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

จากภาพที่ 16 จะเห็นได้ว่าโรคราแป้งขาวจะเกิดขึ้นตั้งแต่ปลายเดือนมกราคมเป็นต้นไป ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าว (เดือนธันวาคม-มกราคม) มักจะมีกระแสลมที่รุนแรง ประกอบกับแตงกวาในช่วงนี้มีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว จึงเป็นเหตุให้มีโอกาสที่จะเกิดการสัมผัสกันระหว่างเชื้อก่อโรคที่ปลิวมาทางอากาศกับต้นพืชได้สูง จากการตรวจวัดอุณหภูมิภายในโรงเรือน ในช่วงเวลาที่ทำการปลูกพืช แล้วนำมาแสดงไว้ในกราฟเดียวกันกับการเกิดโรค (disease incidence) พบว่าอุณหภูมิไม่น่าจะมีผลเท่าใดนักต่อการเกิดโรคในครั้งนี้ เช่นเดียวกับในเรื่องของแสง การเกิดโรคที่ลดต่ำลงในช่วงสัปดาห์ที่ 9-12 เป็นผลมาจากการที่ต้นแตงกวาบางต้นเป็นโรคไม่รุนแรงนัก เมื่อส่วนที่เป็นโรค (ใบ) แก่และหลุดร่วงลงไปเป็นผลทำให้เกิดโรคลดลงด้วย และในช่วงเวลาดังกล่าว (ปลายเดือนกุมภาพันธ์) จะเป็นช่วงที่ใกล้หมดฤดูหนาวกระแสลมมักจะไม่ค่อยรุนแรงเหมือนกับในช่วงต้นฤดู จึงไม่ค่อยมีการแพร่ระบาดของเชื้อไปยังต้นอื่นๆ เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการนำเอาความรุนแรงของการเกิดโรคราแป้งขาว (disease severity) มาเปรียบเทียบกับกราฟสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน ในช่วงที่ได้ทำการปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาว ได้ผลดังแสดงไว้ในภาพที่ 17



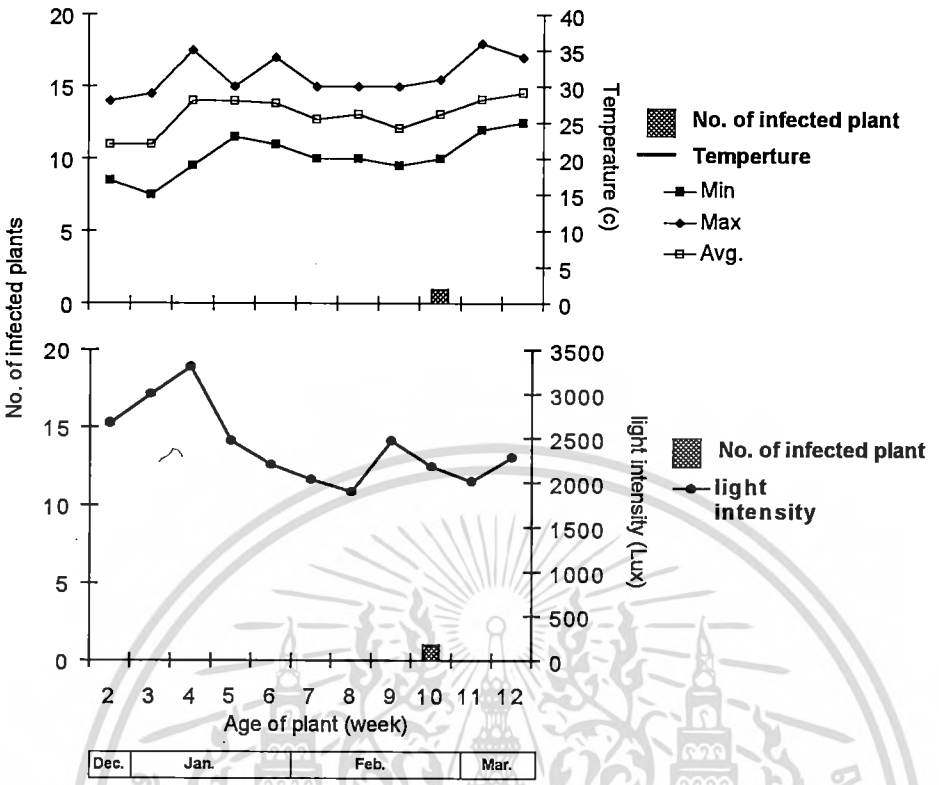
ภาพที่ 17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงของโรคราแป้งขาว (disease severity) กับสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิและแสง) ภายในโรงเรือน ระหว่างที่ทำการปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาวในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

จากภาพที่ 17 พบว่าความรุนแรงของโรคราแป้งขาว (disease severity) จะมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6-12 และเมื่อพิจารณาจากกราฟอุณหภูมิร่วมด้วย จะเห็นได้ว่าในช่วงเวลาดังกล่าวอุณหภูมิเฉลี่ยของโรงเรือนก็มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องด้วย จึงเป็นข้อสังเกตว่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจะมีส่วนช่วยทำให้ความรุนแรงของโรคราแป้งขาวสูงขึ้นด้วยหรือไม่ ในกรณีของความเข้มของแสงพบว่า ความเข้มของแสงที่เพิ่มขึ้นอาจมีส่วนช่วยทำให้ความรุนแรงของการเกิดโรคลดลง ดังจะเห็นได้จากความเข้มของแสงในสัปดาห์ที่ 9 ที่พบขึ้นเป็น 2,500 Lux เป็นผลทำให้ความรุนแรงของการเกิดโรคในสัปดาห์ต่อมา (สัปดาห์ที่ 10) มีค่าลดลงเล็กน้อย ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการที่ต้นแตงกวามีการสังเคราะห์แสงเพิ่มมากขึ้น

2) โรคโคนเน่ารากเน่า

ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นแตงที่เป็นโรคโคนเน่ารากเน่ากับข้อมูลทางด้านสภาพแวดล้อม แสดงไว้ดังภาพที่ 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



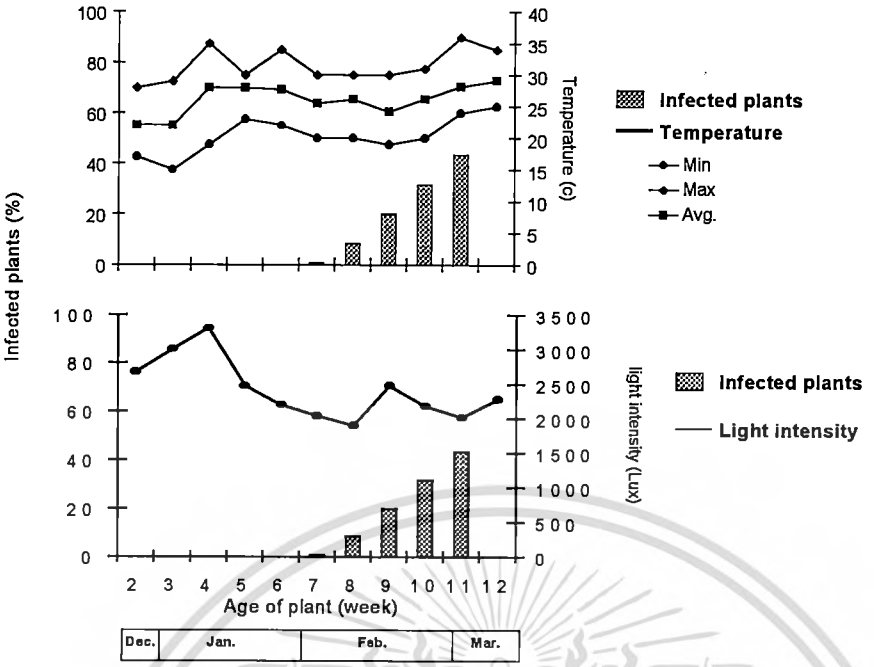
ภาพที่ 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ที่เป็นโรคโคนเน่ารากเน่า กับสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิและแสง) ภายในโรงเรือน

จากภาพที่ 18 จะเห็นได้ว่าในช่วงเวลาที่เกิดโรคโคนเน่ารากเน่า (ในสัปดาห์ที่ 10) อุณหภูมิภายในโรงเรือนจะเริ่มสูงขึ้น และขณะเดียวกันปริมาณความเข้มของแสงจะมีค่าลดลงในสภาพแวดล้อมดังกล่าวอาจเป็นผลทำให้ต้นแตงกวายุโรปมีความอ่อนแอเกิดขึ้นมากกว่าปกติ จึงเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเกิดของโรค ประกอบกับในช่วงเวลาดังกล่าวมีเชื้อก่อโรคแพร่กระจายหมุนเวียนอยู่ในระบบด้วย (ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในตารางที่ 2) จึงทำให้พบอาการของการเกิดโรคโคนเน่ารากเน่าขึ้น

3) กลุ่มอาการผิดปกติที่ใบและยอด

จากการนำเอาจำนวนต้นพืชที่แสดงอาการใบหด ยอดแห้งตาย ใบด่างเหลือง ใบด่างเขียว ที่เกิดจากการเข้าทำลายของไรขาวและแมลงพาหะ มาเปรียบเทียบกราฟกับสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน ในช่วงที่ได้ทำการปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาว ได้ผลดังแสดงไว้ในภาพที่ 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ที่ถูกเข้าทำลายโดยไรขาว และแมลงพาหะกับสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิและแสง) ภายในโรงเรือน

* ในสัปดาห์ที่ 12 ไม่ได้ทำการตรวจเช็คจำนวน เนื่องจากต้นแตงส่วนใหญ่ถูกไรแดงเข้าทำลายและโทรมตาย

จากภาพที่ 19 จะเห็นได้ว่าต้นแตงกวายุโรปที่แสดงอาการใบหด ยอดแห้งตาย ใบด่าง หรือมีรูปร่างผิดปกติ ที่เกิดจากการเข้าทำลายของไรขาว และแมลงพาหะ จะเริ่มพบเมื่อต้นแตงมีอายุได้ประมาณ 7 สัปดาห์ เมื่อพิจารณาถึงสภาพแวดล้อมอันได้แก่อุณหภูมิและแสงประกอบด้วย พบว่าสภาพแวดล้อมทั้งสองไม่น่าจะมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับจำนวนต้นแตงที่แสดงอาการดังกล่าว ดังจะเห็นได้จากไม่ว่าสภาพแวดล้อมจะเป็นอย่างไรก็ตาม จำนวนต้นแตงที่พบอาการดังกล่าวก็จะยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

1.4 ความผิดปกติอื่นๆ ของแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

จากการสำรวจโรคของแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน นอกจากจะพบโรคต่างๆ แล้ว ยังพบความเสียหายอื่นๆ เนื่องจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชบางชนิด และความผิดปกติที่เกิดจากสิ่งไม่มีชีวิต ซึ่งได้ร่วมรายงานไว้ด้วย ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.1 ลักษณะอาการที่พบและช่วงเวลาที่ตรวจพบ (ตารางที่ 7)

1) ความเสียหายเนื่องจากแมลงศัตรูพืช

- การเข้าทำลายของหนอนกระทู้
- การเข้าทำลายของแมลงหวี่ขาว
- การเข้าทำลายของไรแดง

2) ความผิดปกติจากสิ่งไม่มีชีวิต

- ลำต้นแตก ที่เกิดจากการผิดปกติทางสรีรวิทยา

ตารางที่ 7 แสดงความเสียหายเนื่องจากแมลงศัตรูพืช และความผิดปกติอื่นๆ ที่ตรวจพบในแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ช่วงเดือน	ธันวาคม			มกราคม			กุมภาพันธ์			มีนาคม		
ช่วงอายุของพืช (สัปดาห์)	เพาะกล้า			ย้ายปลูกลงในระบบ Hydroponics								
	งอก			การเจริญเติบโตทางลำต้น			ให้ผลผลิต					
ความผิดปกติอื่นๆ ที่ตรวจพบ							ออกดอก					
									เก็บเกี่ยว			
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ความเสียหายเนื่องจากแมลง-ศัตรูพืช													
การเข้าทำลายของหนอนกระทู้		↔			↔			↔					
การเข้าทำลายของไรแดง										↔			
ความผิดปกติจากสิ่งไม่มีชีวิต													
ลำต้นแตกที่เกิดจากความผิดปกติทางสรีรวิทยา					↔								

จากตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่าความเสียหายเนื่องจากแมลงศัตรูพืช และความผิดปกติอื่นๆ จะเกิดขึ้นในช่วงต่างๆ ดังนี้ คือ

- หนอนกระทู้ผัก จะพบว่ามีการแพร่ระบาดในเกือบทุกระยะของการปลูกเริ่มตั้งแต่ในระยะต้นกล้า (อายุ 1 สัปดาห์) ก็พบว่าจะเข้ามากัดทำลายยอดและใบอ่อน ในระยะการเจริญเติบโตก็พบการเข้าทำลายโดยกัดกินใบ ในระยะให้ผลผลิตก็จะเข้ากัดกินผล

- ไรแดง เริ่มพบการแพร่ระบาดในสัปดาห์ที่ 9 ซึ่งเป็นช่วงที่กำลังเก็บเกี่ยวผลผลิต และทวีความรุนแรงเรื่อยๆ จนกระทั่งหมดระยะการเก็บเกี่ยว ต้นแตงที่ถูกไรแดงเข้าทำลายใบจะแห้ง และโทรมตายไปในที่สุด

- อาการลำต้นแตก จะเริ่มพบหลังจากย้ายต้นกล้ามาปลูกลงในระบบได้ประมาณ 2 สัปดาห์ (ต้นแตงมีอายุประมาณ 4 สัปดาห์) ซึ่งเป็นช่วงที่กำลังมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบ (vegetative growth) อย่างมาก และอาการจะคงดำเนินต่อไป จนกระทั่งถึงระยะที่ต้นแตงออกดอก (8 สัปดาห์)

1.4.2 ลักษณะการเข้าทำลายและความรุนแรง

1) การเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช

- หนอนกระทู้ผัก การเข้าทำลาย ในระยะที่ต้นแตงกำลังเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบ ก็จะเข้ามากัดกินใบ เป็นผลทำให้ใบพืชขาดแหว่ง ได้รับความเสียหาย ในระยะที่ต้นแตงกำลังให้ผลผลิต ก็จะเข้ามากัดกินผิวของผลแตง ทำให้คุณภาพของผลแตงลดลง (ภาพที่ 20) ในการทดลองนี้ พบการเข้าทำลายประปรายในช่วงแรก สามารถใช้การกำจัดโดยวิธีกล (มือจับ) แต่ระยะหลังของการเจริญเติบโต (ต้นแตงมีอายุ 8 สัปดาห์ขึ้นไป) จะพบการเข้าทำลายมากขึ้น ดังตารางที่ 8 จนต้องใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัด ส่วนในช่วงหลังของฤดูปลูก (สัปดาห์ที่ 10, 11, 12) จะไม่พบการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ เนื่องจากแตงกวาดังกล่าวส่วนใหญ่ถูกไรแดงเข้าทำลาย

ตารางที่ 8 แสดงจำนวนต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ที่ถูกหนอนกระทู้เข้าทำลาย

ทรีทเมนต์		จำนวนซ้ำ	จำนวนต้นที่พบการเข้าทำลายในแต่ละสัปดาห์ (ต้น)				
วัสดุปลูก	พันธุ์	(ต้น)	8	9	10	11	12
ฟองน้ำอัด	Suprami	20	4	10	-	1	-
	Bonami	20	-	2	-	-	-
ใยหิน	Suprami	20	1	1	-	-	-
	Bonami	20	-	-	-	-	-
ขุยมะพร้าว	Suprami	20	-	-	-	-	-
	Bonami	20	-	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 20 แสดงผลแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ที่ถูกหนอนกระทู้เข้าทำลาย

- แมลงหวี่ขาว พบการเข้าทำลายเพียงเล็กน้อย ในพืชที่ถูกเข้าทำลายใบจะมีลักษณะจุดฉ่ำน้ำ การเข้าทำลายจะอยู่ในช่วงสั้นๆ และหายไป ไม่แพร่ระบาดมากเหมือนกับแมลงศัตรูพืชอื่นๆ

- ไรแดง การเข้าทำลายจะพบมากในช่วงหลังการเก็บเกี่ยว ใบพืชที่ถูกไรแดงเข้าทำลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และลุกลามไปทั่วทั้งใบ จนกระทั่งแห้งตายในที่สุด (ภาพที่ 21) และมีการแพร่ระบาดไปยังใบอื่นๆ เป็นผลให้ต้นแตงกวาแห้งตายทั้งต้น (ตารางที่ 9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ที่ถูกไรแดงเข้าทำลาย

ทรีทเมนต์		จำนวนซ้ำ	จำนวนต้นแตงที่ถูกทำลายในแต่ละสัปดาห์ (ต้น)				
วัสดุปลูก	พันธุ์	(ต้น)	8	9	10	11	12
ฟองน้ำอัด	Suprami	20	-	1	1	15	15
	Bonami	20	-	-	-	4	7
ใยหิน	Suprami	20	-	-	1	7	10
	Bonami	20	-	-	1	5	5
ขุยมะพร้าว	Suprami	20	-	-	-	1	7
	Bonami	20	1	1	2	9	11

ภาพที่ 21 ต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ที่ถูกเข้าทำลายโดยไรแดง
ก : ในระยะเริ่มแรก ข : ในระยะรุนแรง

2) อาการลำต้นแตก

ลักษณะอาการจะพบการปริแตกของปล้องตามแนวยาว โดยจะพบมากในปล้องที่อยู่บริเวณโคนต้น อาการดังกล่าวจะเริ่มพบตั้งแต่ย้ายกล้าลงมาปลูกในระบบ และพบเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 8 (ตารางที่ 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 แสดงจำนวนต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ที่พบอาการลำต้นแตก

ทรีทเมนต์		จำนวนซ้ำ	จำนวนต้นที่แสดงอาการในแต่ละสัปดาห์ (ต้น)				
วัสดุปลูก	พันธุ์	(ต้น)	4	5	6	7	8
ฟองน้ำอัด	Suprami	20	<——ไม่ได้ทำการเช็ค——>			17	20
	Bonami	20	<——ไม่ได้ทำการเช็ค——>			9	18
ใยหิน	Suprami	20	<——ไม่ได้ทำการเช็ค——>			5	17
	Bonami	20	<——ไม่ได้ทำการเช็ค——>			5	13
ขุยมะพร้าว	Suprami	20	<——ไม่ได้ทำการเช็ค——>			11	16
	Bonami	20	<——ไม่ได้ทำการเช็ค——>			1	12

2. การเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาพันธุ์ผลยาว

2.1 เปอร์เซ็นต์ความงอก

จากการเพาะเมล็ดแตงกวาผลยาว 2 พันธุ์ ลงบนก้อนวัสดุปลูก (ก้อนใยหินขนาด 8 x 8 x 8 ลูกบาศก์เซนติเมตร) พบว่าเมล็ดแตงกวาจะเริ่มงอกประมาณวันที่ 4 หลังจากการเพาะเมล็ด จากการตรวจนับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดในวันที่ 7 พบว่า

พันธุ์ Suprami มีเปอร์เซ็นต์ความงอก = 96 เปอร์เซ็นต์

พันธุ์ Bonami มีเปอร์เซ็นต์ความงอก = 65 เปอร์เซ็นต์

และเมื่อต้นกล้ามีอายุได้ 18 วัน (ประมาณ 2 สัปดาห์) จึงทำการย้ายปลูกลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

2.2 การเจริญทางด้านลำต้นและใบ

2.2.1 ความสูงของต้นแตง

จากการปลูกแตงกวาผลยาว 2 พันธุ์ คือ Suprami และ Bonami ลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ที่ใช้วัสดุปลูก 3 ชนิด โดยเป็นวัสดุปลูกสังเคราะห์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ 2 ชนิด คือ แผ่นฟองน้ำอัด (polyurethane foam) ชื่อการค้า Aggrofoam® และก้อนใยหิน (rockwool) ชื่อการค้า Grodan® เปรียบเทียบกับขุยมะพร้าว ซึ่งเป็นวัสดุปลูกภายในประเทศ โดยใช้ต้นกล้าแตงกวาที่มีอายุ 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นทำการวัดความสูงของต้นแตงในแต่ละสัปดาห์ จนถึงสัปดาห์ที่ต้นแตงเริ่มออกดอก ได้ผลดังแสดงไว้ในตารางที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงความสูงของต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน บนวัสดุปลูกชนิดต่างๆ

ทรีทเมนต์		ความสูงของต้นแตงในแต่ละสัปดาห์ (เซนติเมตร)					ความสูงที่เพิ่มขึ้น 1/
วัสดุปลูก	พันธุ์	2	3	4	5	6	
ฟองน้ำอัด	Suprami	20.10 ^{a}	30.55 ^{a}	71.65 ^{ab}	140.65 ^{ab}	218.15 ^{ab}	198.05 ^{b}
	Bonami	17.75 ^{bc}	24.40 ^{d}	50.25 ^{d}	107.50 ^{d}	206.20 ^{b}	188.45 ^{b}
ใยหิน	Suprami	19.20 ^{ab}	32.65 ^{a}	70.00 ^{ab}	136.65 ^{bc}	221.30 ^{ab}	202.10 ^{ab}
	Bonami	15.90 ^{c}	26.30 ^{cd}	58.60 ^{cd}	120.90 ^{cd}	210.55 ^{b}	194.65 ^{b}
ขุยมะพร้าว	Suprami	18.40 ^{ab}	30.20 ^{ab}	78.70 ^{a}	155.20 ^{a}	242.75 ^{a}	224.35 ^{a}
	Bonami	16.25 ^{c}	27.60 ^{bc}	62.80 ^{bc}	128.55 ^{bc}	220.60 ^{ab}	204.35 ^{ab}
Source of varience		F-test					
ทรีทเมนต์		**	**	**	**	*	*
วัสดุปลูก (factor A)		*	ns	*	**	*	*
พันธุ์ (factor B)		**	**	**	**	*	ns
A x B		ns	ns	ns	ns	ns	ns

1/ จากย้ายกล้า (อายุ 2 สัปดาห์) - เริ่มออกดอก (อายุ 6 สัปดาห์)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ค่าความสูงของต้นแตงกวาในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 11 จะพบว่า วัสดุปลูกที่ใช้ในการทดลองกับพันธุ์ของแตงกวาไม่มีปฏิกริยาสัมพันธ์ต่อกัน ดังจะเห็นได้จากผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยใช้ F-test ของ A x B ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในทุกสัปดาห์ของการเก็บข้อมูล ชี้ให้เห็นว่า ความแตกต่างที่อาจจะเกิดขึ้นในแต่ละทรีทเมนต์คอมบิเนชั่น ล้วนเป็นผลมาจากปัจจัยทางด้านวัสดุปลูก หรือพันธุ์ที่แตกต่างกันเท่านั้น

จากข้อมูลการเจริญเติบโตทางด้านความสูง (ตารางที่ 11) จะเห็นได้ว่าแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่นำมาปลูกบนวัสดุปลูกขุยมะพร้าว มีแนวโน้มที่จะมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกอีก 2 ชนิด (ฟองน้ำอัด และใยหิน) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพันธุ์ Suprami ที่นำมาปลูกบนวัสดุปลูกดังกล่าว จะมีความสูงในแต่ละสัปดาห์ จัดอยู่ในกลุ่มที่ได้ผลดี เมื่อเปรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทียบทางสถิติกับทรีทเมนต์อื่นๆ มาโดยตลอด จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 6 ซึ่งเป็นสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บข้อมูล จะมีความสูงที่มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทรีทเมนต์อื่นๆ (242.75 เซนติเมตร) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ Bonami ที่ปลูกบนวัสดุปลูกชนิดเดียวกัน ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับค่าความสูงที่เพิ่มขึ้น จากสัปดาห์ที่ 2-6 ที่แสดงไว้อย่างชัดเจนว่า แตงกวาผลยาวทั้ง 2 พันธุ์ที่ปลูกบนวัสดุปลูกขุยมะพร้าว จะมีความสูงเพิ่มขึ้นมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกใยหินและฟองน้ำอัด ตามลำดับ (224.35, 202.10 และ 198.05 เซนติเมตร ในพันธุ์ Suprami ; 204.35, 194.65 และ 188.45 เซนติเมตร ในพันธุ์ Bonami) จากข้อมูลทางด้านความสูง อาจจะเห็นข้อขัดแย้งบางประการระหว่างความสูงในสัปดาห์ที่ 2 กับความสูงในสัปดาห์ที่ 6 ผลที่ได้จะไม่ค่อยสอดคล้องกัน กล่าวคือเมื่อพิจารณาจากความสูงในสัปดาห์ที่ 6 จะเห็นว่าแตงกวาที่ปลูกบนวัสดุปลูกขุยมะพร้าว มีแนวโน้มว่าจะมีความสูงมากกว่าที่ปลูกบนวัสดุปลูกใยหิน และฟองน้ำอัด ตามลำดับ แต่ผลของความสูงในสัปดาห์ที่ 2 กลับตรงกันข้ามกัน ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากความแปรปรวนของหน่วยทดลองในแต่ละพันธุ์ ในเรื่องความสูงมีความไม่สม่ำเสมอกัน (และไม่สามารถที่จะขจัดความไม่สม่ำเสมอดังกล่าวออกไปได้ เนื่องจากหน่วยทดลองมีอยู่จำกัด) ประกอบกับการสุ่มหน่วยทดลองลงในแต่ละทรีทเมนต์ อาจมีการกระจายตัวที่ไม่ดีพอ จึงส่งผลให้ความสูงในสัปดาห์ที่ 2 เกิดความแตกต่างในระหว่างทรีทเมนต์ได้ แต่ความแตกต่างดังกล่าว ยังมิได้เป็นผลมาจากปัจจัยในเรื่องของวัสดุแต่ประการใด

2.2.2 ขนาดของต้นแตง

จากการวัดขนาดของปล้อง และใบแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน โดยใช้วัสดุปลูกชนิดต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 6 ได้ผลดังแสดงไว้ในตารางที่ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 แสดงขนาดของต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินบนวัสดุปลูกชนิดต่างๆ

ทรีทเมนต์		ขนาดของปล้อง (เซนติเมตร)		ขนาดของใบ		
วัสดุปลูก	พันธุ์	ความยาว	เส้นผ่าศูนย์-กลาง	ความกว้าง (เซนติเมตร)	ความยาว (เซนติเมตร)	พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร)
ฟองน้ำอัด	Suprami	11.4	0.49 ^{abc}	22.2 ^{abc}	20.2 ^{ab}	449.2 ^{abc}
	Bonami	11.5	0.47 ^{bc}	22.5 ^{ab}	20.4 ^{a}	461.7 ^{ab}
ใยหิน	Suprami	11.8	0.46 ^{c}	22.5 ^{abc}	20.0 ^{ab}	442.9 ^{abc}
	Bonami	12.1	0.50 ^{abc}	21.4 ^{c}	19.1 ^{b}	411.2 ^{c}
ขุยมะพร้าว	Suprami	12.4	0.54 ^{a}	23.1 ^{a}	20.9 ^{a}	482.7 ^{a}
	Bonami	12.0	0.51 ^{ab}	20.0 ^{bc}	19.8 ^{ab}	437.7 ^{bc}
			F-test			
Source of varience						
ทรีทเมนต์		ns	**	*	*	*
วัสดุปลูก (factor A)		ns	**	ns	*	*
พันธุ์ (factor B)		ns	ns	ns	ns	ns
A x B		ns	ns	ns	ns	ns

จากตารางที่ 12 จะเห็นได้ว่า ความยาวของปล้องแตงกวายุโรปในแต่ละทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในเรื่องเส้นผ่าศูนย์กลางปล้อง ความยาว และพื้นที่ใบ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของวัสดุปลูก โดยพบว่าแตงกวายุโรปพันธุ์ Suprami ที่ปลูกบนวัสดุปลูกขุยมะพร้าว จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางปล้อง ขนาดความกว้าง ความยาวของใบ รวมไปถึงพื้นที่ใบ ใหญ่ที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกทรีทเมนต์คอมบิเนชั่น ซึ่งผลดังกล่าวมีความสอดคล้องกับการเจริญเติบโตทางด้านความสูง (ดังที่ได้แสดงไว้แล้วในตารางที่ 11) ส่วนในพันธุ์ Bonami ผลก็เป็นไปในทำนองเดียวกัน คือมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของปล้องดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์เดียวกัน ที่ปลูกบนวัสดุปลูกต่างชนิดกัน ยกเว้นในเรื่องขนาดของใบ ซึ่งจะเล็กกว่าที่ปลูกบนฟองน้ำอัด แต่ก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่ประการใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

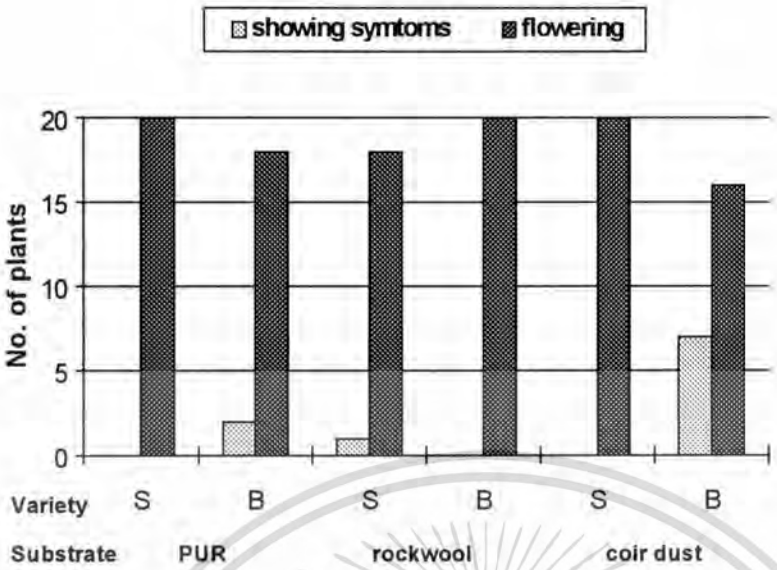
ภาพที่ 22 แตงกวาพันธุ์ผลยาวอายุ 8 สัปดาห์ ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

2.3 การให้ผลผลิต

2.3.1 การออกดอก

จากการปลูกแตงกวาในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ปรากฏว่าแตงกวายุโรปจะเริ่มออกดอก เมื่ออายุได้ประมาณ 6 สัปดาห์ โดยตาดอกจะเกิดตามข้อ จากบริเวณโคนขึ้นไปสู่ยอด ดอกแตงกวาจะเป็นแบบ parthenocarpic ไม่ต้องการการผสม และในสัปดาห์ที่ 8 จะพบว่าต้นแตงกวาส่วนใหญ่จะออกดอกครบเกือบทุกต้น ในบางต้นที่ไม่ออกดอกเป็นผลมาจากการที่มีศัตรูบางชนิด ได้แก่ ไรขาว เข้าทำลาย ทำให้เกิดอาการใบหด ยอดแห้ง ดังได้แสดงความสัมพันธ์ไว้ดังภาพที่ 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ที่แสดงอาการใบหด ยอดแห้ง ใบด่าง หรือมีรูปร่างผิดปกติ (ซึ่งเกิดจากการเข้าทำลายของไรขาว) กับการออกดอก (S = พันธุ์ Suprami : B =พันธุ์ Bonami)

จากภาพที่ 23 จะเห็นได้ว่าแตงกวาผลยาวพันธุ์ Bonami ที่ปลูกบนฟองน้ำอัด พันธุ์ Suprami ที่ปลูกบนใยหิน และพันธุ์ Bonami ที่ปลูกบนขุยมะพร้าว จะออกดอกไม่ครบทุกต้น เนื่องจากพบว่ามีบางต้นถูกเข้าทำลายโดยศัตรูพืชดังกล่าว ในขณะที่กลุ่มที่รอดจากการเข้าทำลายจะออกดอกครบทุกต้น

2.3.2 จำนวนผลผลิตและขนาดของผล

จากการปลูกแตงกวาพันธุ์ผลยาวในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินบนวัสดุปลูกชนิดต่างๆ ได้ผลผลิตดังนี้

- จำนวนผลผลิต

เนื่องจากการปลูกแตงกวาในการทดลองนี้ การเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบไม่ดีเท่าที่ควร โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยประมาณ 0.5-0.6 เซนติเมตร เท่านั้น (ดังที่แสดงไว้แล้วในตารางที่ 12) ดังนั้นเพื่อมิให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลผลิต จึงได้ทำการจำกัดจำนวนผลให้เหลือประมาณ 1-2 ผลต่อต้น อย่างไรก็ตามในบางทรีทเมนต์ จำนวนผลต่อต้นก็ค่อนข้างต่ำมาก ซึ่งเป็นผลต่อเนื่องมาจากการที่ต้นแตงกวาบางต้นถูกเข้าทำลายโดยศัตรูพืชบางชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งไรขาว และเพลี้ยอ่อน ในระยะเริ่มแรกของการออกดอก ถึงกระนั้นก็ตามในบางต้นที่มีการออกดอกได้ตามปกติ แต่ถูกเข้าทำลายในภายหลัง ก็จะทำให้ดอกและผลอ่อนร่วง ไม่ได้ผลผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้ผลผลิตลดต่ำลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพันธุ์ Bonami ที่ปลูกบนวัสดุปลูกขุยมะพร้าว เนื่องจากในทรีทเมนต์ดังกล่าว พบอาการผิดปกติที่ใบและยอดเป็นจำนวนมาก (ดังได้แสดงไว้แล้วในตารางที่ 5) ผลผลิตแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ได้จากการทดลองนี้แสดงไว้ในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงขนาดของผลแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน บนวัสดุปลูกชนิดต่างๆ

ทรีทเมนต์		จำนวน	น้ำหนักผลเฉลี่ย	ขนาดของผล (เซนติเมตร)	
วัสดุปลูก	พันธุ์	ผล	(กรัม)	ความยาว	เส้นผ่าศูนย์กลาง
ฟองน้ำอัด	Suprami	20	371.35	32.5	4.8
	Bonami	21	386.62	33.4	4.7
ใยหิน	Suprami	18	350.56	31.8	4.7
	Bonami	17	367.65	34.1	4.7
ขุยมะพร้าว	Suprami	16	413.44	32.2	4.9
	Bonami	13	419.23	33.7	4.9
F-test			ns	ns	ns

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- ขนาดของผล

จากตารางที่ 13 จะพบว่าแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินบนวัสดุปลูกฟองน้ำอัด ใยหิน และขุยมะพร้าว จะให้น้ำหนักเฉลี่ย และขนาดของผลที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามแตงกวาที่ปลูกบนวัสดุปลูกขุยมะพร้าว มีแนวโน้มว่าจะให้น้ำหนักเฉลี่ยของผลดีที่สุด ทั้งในพันธุ์ Suprami และ Bonami โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 413.44 และ 419.23 กรัม ตามลำดับ นอกจากนี้ในเรื่องขนาดของผล พบว่า แตงกวาที่ปลูกบนวัสดุปลูกขุยมะพร้าว ก็มีแนวโน้มว่าจะมีขนาดของผลใหญ่ที่สุดเช่นกัน ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการที่แตงกวาผลยาวทั้ง 2 พันธุ์ ที่ปลูกบนวัสดุปลูกดังกล่าว มีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบดีที่สุด (ตารางที่ 11 และ 12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 24 การให้ผลผลิตของแตงกวาพันธุ์ผลยาว (ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน)
ก : ต้นแตงในระยะให้ผลผลิต
ข, ค : ผลผลิตที่ได้

2.3.3 คุณภาพของผล

จากการสุ่มตัวอย่างแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน บนวัสดุปลูกชนิดต่างๆ มาทำการตรวจวัดความหนาของเนื้อแตง และเปอร์เซ็นต์ความหวาน ได้ผลดังตารางที่ 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 แสดงความหนาของเนื้อแตงและความหวานของแตงกวาพันธุ์ผลยาว ที่ปลูกบนวัสดุปลูกชนิดต่างๆ

ทรีทเมนต์		ความหนาของเนื้อแตง	เปอร์เซ็นต์ความหวาน
วัสดุปลูก	พันธุ์	(เซนติเมตร)	(° Brix)
ฟองน้ำอัด	Suprami	1.5	3.0
	Bonami	1.4	4.2
ใยหิน	Suprami	1.3	3.4
	Bonami	1.4	3.7
ขุยมะพร้าว	Suprami	1.4	3.0
	Bonami	1.5	4.1

จากตารางที่ 14 พบว่าแตงกวาพันธุ์ผลยาวมีความหนาของเนื้อแตงโดยเฉลี่ยประมาณ 1.3-1.5 เซนติเมตร และมีความหวานอยู่ในช่วง 3.0-4.2 °Brix ในเรื่องของความหนาของเนื้อแตงพบว่า แตงกวาที่ปลูกบนวัสดุปลูกใยหิน มีแนวโน้มที่จะมีความหนาของเนื้อแตงต่ำกว่าที่ปลูกบนวัสดุปลูกฟองน้ำอัด และขุยมะพร้าว ส่วนในเรื่องเปอร์เซ็นต์ความหวานพบว่า แตงกวาพันธุ์ Bonami มีแนวโน้มที่จะมีเปอร์เซ็นต์ความหวานมากกว่าพันธุ์ Suprami ในทุกวัสดุปลูก

2.3.4 อายุของผลแตงที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยวผลแตงกวาพันธุ์ผลยาว จะใช้วิธีการพิจารณาถึงลักษณะของผล โดยสังเกตจากบริเวณปลายผลจะเต็ม กลีบดอกหลุดออกจากปลายผล ในการทดลองในครั้งนี้ได้ทำการเก็บผลผลิต 2 ครั้งคือ ในสัปดาห์ที่ 10 และสัปดาห์ที่ 11 ของอายุแตง ซึ่งผลแตงจะมีอายุโดยเฉลี่ยประมาณ 2-3 สัปดาห์ (หลังจากดอกบาน) เป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามมีบางผลที่ทำการเก็บเกี่ยวเร็วหรือช้าไปกว่านี้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุของผลแตงกวาพันธุ์ผลยาว ที่ทำการเก็บเกี่ยวกับน้ำหนักเฉลี่ยและคุณภาพของผล

อายุของผลแตงที่ทำการเก็บเกี่ยว	จำนวนผลที่เก็บเกี่ยวได้	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ความหวานเฉลี่ย (°Brix)
1. เก็บเกี่ยวก่อนวันที่ 14 (1 สัปดาห์)	1	389.0	ไม่ได้ทำการวัด
2. เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 14-20 วัน (2 สัปดาห์)	62	414.1	4.0
3. เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 21-27 วัน (3 สัปดาห์)	38	316.1	3.4
4. เก็บเกี่ยวหลัง 28 วัน ขึ้นไป	4	493.4	2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 15 พบว่าอายุของผลแตงที่สามารถทำการเก็บเกี่ยวได้ ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 2-3 สัปดาห์หลังจากดอกบาน ในแง่ของน้ำหนักเฉลี่ยต่อผล ยังไม่สามารถบอกได้ว่า อายุของผลแตงที่มากขึ้นจะมีผลทำให้น้ำหนักผลเพิ่มขึ้นด้วยหรือไม่ แต่ถ้าพิจารณาในช่วงอายุ 1-3 สัปดาห์ พบว่าถ้าทำการเก็บเกี่ยวผลแตงเมื่ออายุประมาณ 2 สัปดาห์ จะได้น้ำหนักเฉลี่ยต่อผลดีที่สุด (414.1 กรัม) ในเรื่องของเปอร์เซ็นต์ความหวานพบว่า ถ้าทำการเก็บเกี่ยวเมื่ออายุมากขึ้น เปอร์เซ็นต์ความหวานมีแนวโน้มที่จะลดลง จึงกล่าวได้ว่าอายุของผลแตงที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยวจะอยู่ในช่วง 14-20 วัน (หรือประมาณ 2 สัปดาห์หลังจากดอกบาน) ซึ่งจะเป็นช่วงที่ให้น้ำหนักเฉลี่ยของผล และเปอร์เซ็นต์ความหวานที่ค่อนข้างดี

2.3.5 ตำแหน่งของผลแตงที่เหมาะสม

จากข้อมูลผลผลิตของแตงกวายุโรปที่ปลูกในการทดลองนี้ เมื่อนำมาจัดกลุ่มแบ่งตามตำแหน่งของการเกิดผลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ไว้ผลกับขนาดและน้ำหนักเฉลี่ยของผลแตง ได้แสดงไว้ในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่เกิดของผลแตงกับขนาดและน้ำหนักผลเฉลี่ยของแตงกวาพันธุ์ผลยาวในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ตำแหน่งที่เกิดของผล (ข้อที่)	จำนวนผล	ขนาดของผล (เซนติเมตร)		น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	เส้นผ่าศูนย์กลาง	
5 - 15	64	32.7	4.8	401.75
16 - 25	36	31.1	4.8	347.40
26 ขึ้นไป	5	34.4	4.7	390.40

จากตารางที่ 16 จะเห็นได้ว่าผลแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่เกิดขึ้นก่อนมีแนวโน้มที่จะมีขนาดและน้ำหนักมากกว่าผลที่เกิดขึ้นทีหลัง ดังจะเห็นได้จากกรณีของผลแตงกวาที่เกิดอยู่ระหว่างข้อที่ 5-15 จะมีขนาดและน้ำหนักดีกว่าตำแหน่งที่อยู่ถัดไป (ข้อที่ 16-25) แตงกวาพันธุ์ผลยาวจะเริ่มออกดอกตั้งแต่โคนต้นไปยังยอด ดังนั้นผลที่เกิดอยู่ระหว่างข้อต้นๆ จึงมีโอกาสที่จะสะสมอาหารได้ก่อนผลแตงที่เกิดขึ้นทีหลัง อย่างไรก็ตามผลแตงกวาที่เกิดบริเวณส่วนยอดของลำต้น (ตั้งแต่ข้อที่ 26 ขึ้นไป) มีน้ำหนักเฉลี่ยของผลค่อนข้างมากเช่นกัน ซึ่งเป็นเพราะว่าผลแตงกวาดังกล่าวมักจะเป็นผลที่เกิดขึ้นทีหลัง หรือตกค้างจากการเก็บเกี่ยวในครั้งแรก จึงมีโอกาสที่จะสะสมอาหารได้ โดยไม่ต้องแข่งขันกับผลอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการศึกษาทางด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในการทดลองนี้พบว่า แตงกวาผลยาวพันธุ์ Suprami ที่ปลูกบนวัสดุปลูกขุยมะพร้าว จะมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบ (vegetative growth) ดีที่สุด และเมื่อถึงระยะที่ให้ผลผลิตก็จะพบว่าแตงกวาที่ปลูกบนวัสดุปลูกดังกล่าว จะมีการให้ผลผลิตที่ดีที่สุดด้วย ทั้งพันธุ์ Suprami และ Bonami โดยจะให้น้ำหนักเฉลี่ยของผลเท่ากับ 413.44 และ 419.23 กรัม ตามลำดับ ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกที่มีศักยภาพค่อนข้างสูงในการนำเอามาใช้ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกสังเคราะห์ที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ (เช่น ฟองน้ำอัด และใยหิน) ไม่เพียงแต่พบว่าการเจริญเติบโตจะไม่แตกต่างกันทางสถิติแล้ว แต่ยังมีแนวโน้มว่าจะให้ผลผลิตที่ดีกว่าด้วย สอดคล้องกับ Jaenaksorn and Ratanopas (1994) ที่รายงานว่าแตงแคนตาลูปที่ปลูกบนวัสดุปลูกขุยมะพร้าว จะให้น้ำหนักเฉลี่ยของผลที่ดีกว่าการปลูกในใยหินและฟองน้ำอัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามผลผลิตต่อต้นที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ยังค่อนข้างต่ำ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ต้นแตงกวาดังกล่าวในระยะก่อนให้ผลผลิตมีความสมบูรณ์ไม่ดีเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางปล้องเฉลี่ยประมาณ 0.5-0.6 เซนติเมตรเท่านั้น จึงจำเป็นจะต้องจำกัดจำนวนผลให้เหลือประมาณ 1-2 ผลต่อต้น นอกจากนี้ในบางทรีทเมนต์ยังพบอาการผิดปกติที่ใบและยอด ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากการเข้าทำลายของไรขาว จำนวนผลผลิตต่อทรีทเมนต์จึงต่ำลง และส่งผลให้ผลผลิตรวมทั้งหมดต่ำลงไปด้วย ผลผลิตของแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ได้จากการทดลองนี้ เมื่อนำไปเปรียบเทียบข้อมูลของต่างประเทศจะพบว่า ผลผลิตต่อต้นที่ได้มีค่าค่อนข้างต่ำกว่าเป็นอย่างมาก จากการทดลองของ Malee (1984) จะได้ผลผลิตของแตงกวายุโรปถึง 30-40 ผลต่อต้น เหตุผลประการสำคัญอาจเกี่ยวข้องมาจากปัจจัยในเรื่องแสง ซึ่งจากการวัดค่าความเข้มของแสงภายในโรงเรือนพบว่ามีค่าสูงสุด 7,000 Lux เท่านั้น และมีค่าเฉลี่ยทั้งวัน ไม่เกิน 3,500 Lux ซึ่งต่ำกว่าภายนอกโรงเรือนประมาณ 9-10 เท่า จึงเป็นเหตุให้ต้นแตงในระยะก่อนที่จะให้ผลผลิต ไม่มีความสมบูรณ์เท่าที่ควรดังได้กล่าวมาแล้ว สอดคล้องกับที่ ถนิมนันต์ และศุภชัย (2538) ได้ตั้งข้อสังเกตไว้ นอกจากนี้แตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ทำการปลูกในต่างประเทศจะมีระยะการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและช่วงอายุเก็บเกี่ยวที่ยาวนานกว่า โดยจะเริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุประมาณ 3 เดือน และมีช่วงการเก็บเกี่ยวนาน 1-2 เดือน (Resh, 1981) ในขณะที่ทำการปลูกในครั้งนี้จะให้ผลผลิตเมื่ออายุประมาณ 2 เดือน และมีช่วงอายุการเก็บเกี่ยวเพียง 1 เดือนเท่านั้น ส่วนข้อมูลอื่นๆ ที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้จะพบว่าแตงกวาผลยาวพันธุ์ Suprami จะมีความสูงเริ่มต้นมากกว่าพันธุ์ Bonami แต่ความสูงที่เพิ่มขึ้นหลังจากที่ย้ายปลูกลงในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแล้ว จะพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนในเรื่องของผลผลิตที่ได้เมื่อพิจารณาจากน้ำหนักผล่เฉลี่ยก็ไม่มีความแตกต่างทางสถิติแต่ประการใด แต่มีแนวโน้มว่าพันธุ์ Bonami จะมีน้ำหนักเฉลี่ยของผลมากกว่าพันธุ์ Suprami แต่พันธุ์ Suprami มีแนวโน้มว่าเปอร์เซ็นต์ความหวานมากกว่าพันธุ์ Bonami ส่วนอายุที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยวแตงกวาผลยาวทั้ง 2 พันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะอยู่ในช่วง 14-20 วัน (ประมาณ 2 สัปดาห์) หลังจากดอกบาน ซึ่งจะให้ผลที่ดีที่สุด ในแง่ของน้ำหนักเฉลี่ยและความหวาน รวมไปถึงการเปิดโอกาสให้ผลที่เกิดขึ้นที่หลังมีการเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากการปลูกในครั้งนี้พบว่าผลของแตงกวาที่เกิดขึ้นก่อน จะมีโอกาสที่จะสะสมอาหารได้ก่อน ซึ่งจะทำให้ผลที่เกิดขึ้นทีหลังมีขนาดและน้ำหนักน้อยกว่า ถ้ายังมิได้ทำการเก็บเกี่ยวผลแรกออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 2 การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อราชนิดต่างๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

ผลจากการศึกษาในส่วนที่ 1 (การศึกษาและสำรวจโรคที่เกิดกับแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน) ชี้ให้เห็นว่ามีโรคและอาการผิดปกติต่างๆ ที่สำคัญเกิดขึ้นกับต้นแตงกวาดังกล่าว รวมทั้งตรวจพบเชื้อราที่ปนเปื้อนอยู่ในระบบปลูกพืชดังที่ได้สรุปไว้ข้างต้น ดังนั้นในการศึกษาส่วนที่ 2 นี้ จึงทำการศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อราชนิดต่างๆ (ที่ตรวจพบได้จากส่วนที่ 1) ในสภาพห้องปฏิบัติการ (*in vitro*) เพื่อหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายซิลิคอนในการควบคุมเชื้อดังกล่าว เพื่อใช้เป็นแนวทางในการควบคุมโรคต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา 2 ชนิด ทั้งทางด้าน vegetative และ reproductive growth ในสภาพห้องปฏิบัติการ

การศึกษาในส่วนนี้แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ

1. การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อรา *Pythium aphanidermatum*
2. การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อรา *Fusarium oxysporum*

1. การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อรา *Pythium aphanidermatum*

โดยแบ่งขั้นตอนการศึกษา เป็นดังนี้ :

1.1 ที่มีผลต่อ Vegetative growth : โดยทำการศึกษา

1.1.1 บนอาหาร PDA

1.1.2 ในอาหาร PDB

1.2 ที่มีผลต่อ Reproductive growth : โดยทำการศึกษา

1.2.1 การสร้าง sporangium และการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อ *P. aphanidermatum* ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

1.2.2 การสร้าง sporangium ของเชื้อรา *P. aphanidermatum* ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ตรวจนับโดยใช้เหยื่อล่อ)

1.2.3 การปลดปล่อย zoospores ของเชื้อ *P. aphanidermatum* ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ตรวจนับโดยใช้เหยื่อล่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการศึกษา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ที่มีผลต่อ Vegetative growth

1.1.1 บนอาหาร PDA

อุปกรณ์

- เชื้อรา *P. aphanidermatum* (ภาพผนวกที่ 1)

ซึ่งได้มาจากการแยกเชื้อจากขุยมะพร้าวที่ใช้เป็นวัสดุปลูกแตงกวาในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน โดยใช้ผลแตงกวาทั้งผลมาผ่าครึ่งแล้วคว้านเอาไส้ในออก นำขุยมะพร้าวใส่เข้าไปแทนที่ หยดน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วลงไปประมาณ 2-3 หยด ให้ขุยมะพร้าวชื้น นำไปใส่ในถุงพลาสติกมัดปากถุงบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1-2 วัน จะเห็นเส้นใยของเชื้อ *Pythium* เป็นสีขาวเจริญอยู่ที่ผลแตงกวา จากนั้นทำการจัดจำแนก และทำการเก็บเชื้อไว้เป็น stock culture

- อาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) ปริมาตร 18 มิลลิลิตร บรรจุอยู่ในขวดแก้วขนาด 60 มิลลิลิตร
- สารละลายซิลิคอน (sodium silicate solution) $Na_2Si_3O_7$, a.i. ~27%
- เครื่องแก้วต่างๆ เช่น petri dish, flask ฯลฯ
- water bath
- อุปกรณ์เขี่ยเชื้อ ได้แก่ เข็มเขี่ยเชื้อ ตะเกียง ไฟแช็ค
- ตู้เขี่ยเชื้อ
- cork borer
- น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) สิ่งทดลองคือความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 7 ระดับ คือ 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm (ที่ผสมลงในอาหาร PDA) จำนวน 10 ซ้ำ

วิธีการ

- เตรียมสารละลายซิลิคอนให้ได้ความเข้มข้นเท่ากับ 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm โดยแต่ละความเข้มข้นให้ได้ปริมาตรเท่ากับ 20 มิลลิลิตร
- นำสารละลายซิลิคอนแต่ละความเข้มข้นที่เตรียมได้ใส่ลงในจานอาหารทดสอบโดยใช้ปิเปตดูดมา 2 มิลลิลิตร ต่อ 1 จานอาหารทดสอบเป็นจำนวน 10 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นำอาหาร PDA ที่เตรียมไว้มาทำการหลอมให้เหลว (โดยแช่ใน water bath) จากนั้นเทลงในจานอาหารทดสอบที่มีสารละลายซิลิคอน แล้วทิ้งไว้ให้อาหารแข็ง

- ใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 เซนติเมตร ตัดชิ้นวุ้นตรงขอบโคโลนีของเชื้อรา *P. aphanidermatum* อายุ 5 วัน นำชิ้นวุ้นที่ได้มาวางลงตรงกลางจานอาหารทดสอบดังกล่าวข้างต้นแล้วนำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง

- ทำการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อรา *P. aphanidermatum* ทุก 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 2 วัน

การบันทึกผล

- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อรา *Pythium aphanidermatum*

1.1.2 ในอาหาร PDB

อุปกรณ์

- เชื้อรา *P. aphanidermatum* ซึ่งได้กล่าวไว้แล้วในการทดลอง 1.1.1
- อาหาร Potato Dextrose Broth (PDB) ปริมาตร 30 มิลลิลิตร บรรจุใน flask ขนาด 125 มิลลิลิตร
- สารละลายซิลิคอน (sodium silicate solution) $Na_2Si_3O_7$, a.i. ~ 27%
- เครื่องแก้วต่างๆ เช่น petri dish, flask ฯลฯ
- water bath
- อุปกรณ์เขี่ยเชื้อ ได้แก่ เข็มเขี่ยเชื้อ ตะเกียง ไฟแช็ค
- ตู้เขี่ยเชื้อ
- cork borer
- น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) สิ่งทดลองคือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 7 ระดับคือ 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm (ที่ผสมลงในอาหาร PDB) จำนวน 10 ซ้ำ

วิธีการ

- เตรียมสารละลายซิลิคอนให้ได้ความเข้มข้นเท่ากับ 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm โดยแต่ละความเข้มข้นให้ได้ปริมาตรเท่ากับ 20 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นำสารละลายซิลิคอนแต่ละความเข้มข้นมา 3.3 มิลลิลิตร ใส่ลงไป flask ทดสอบที่บรรจุอาหาร PDB อยู่ 30 มิลลิลิตร

- ใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 เซนติเมตร ตัดชิ้นวุ้นเชื้อรา *P. aphanidermatum* อายุ 5 วัน นำชิ้นวุ้นที่ได้ใส่ลงไปใน flask ทดสอบดังกล่าว แล้วนำเชื้อไปบ่มบนเครื่องเขย่า (shaker) เป็นเวลา 1 สัปดาห์ เมื่อครบกำหนดนำไปกรอง แล้วทำการชั่งน้ำหนักสด จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส และชั่งน้ำหนักแห้งของเชื้อราดังกล่าว

การบันทึกผล

- น้ำหนักสด
- น้ำหนักแห้ง

1.2 ที่มีผลต่อ Reproductive growth

1.2.1 การสร้าง sporangium และการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อ *P. aphanidermatum* ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

อุปกรณ์

- จานอาหารทดสอบจากการทดลองที่ 1.1.1
- กล้องจุลทรรศน์
- น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) สิ่งทดลองคือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 7 ระดับคือ 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm (ที่ผสมลงในอาหาร PDA) จำนวน 2 ซ้ำ

วิธีการ

- ทำการทดลองต่อเนื่องจากการทดลองที่ 1.1.1 โดยนำจานอาหารทดสอบทุกความเข้มข้นมาใส่น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 10 มิลลิลิตร เพื่อกระตุ้นให้เชื้อรา *P. aphanidermatum* สร้าง sporangium จากนั้นบ่มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วัน

- เมื่อครบกำหนดตรวจดูปริมาณการสร้าง sporangium (ภาพผนวกที่ 2) ในแต่ละความเข้มข้น จากนั้นนำอาหารทดสอบความเข้มข้นละ 2 จาน ไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที แล้วนำมาไว้ที่อุณหภูมิห้องอีกครั้ง เพื่อกระตุ้นให้เชื้อราปลดปล่อย zoospores จับเวลาที่เชื้อราใช้ในการปลดปล่อย zoospores

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกผล

- ปริมาณการสร้าง sporangium
- เวลาที่เชื้อรา *P. aphanidermatum* ใช้ในการปลดปล่อย zoospores

1.2.2 การสร้าง sporangium ของเชื้อรา *P. aphanidermatum* ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ตรวจนับโดยใช้เหยื่อล่อ)

อุปกรณ์

- เชื้อรา *P. aphanidermatum*
- อาหาร Potato Dextrose Broth (PDB) ปริมาตร 30 มิลลิลิตร บรรจุอยู่ใน flask ขนาด 125 มิลลิเมตร
- สารละลายซิลิคอน (sodium silicate solution) $Na_2Si_3O_7$, a.i. ~27%
- เครื่องแก้วต่างๆ เช่น petridish, flash ฯลฯ
- เครื่องเขย่า (shaker)
- ใบหญ้า (ที่ใบมีลักษณะแบนบาง) ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดเท่าๆ กัน
- ตู้เขี่ยเชื้อ
- cork borer
- น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ
- กล้องจุลทรรศน์

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) สิ่งทดลองคือความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 7 ระดับคือ 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm (ที่ผสมลงในอาหาร PDB) จำนวน 2 ซ้ำ

วิธีการ

- ทำการเลี้ยงเชื้อรา *P. aphanidermatum* ลงใน flask ที่บรรจุอาหาร PDB อยู่ 30 มิลลิลิตร จำนวน 20 flask (โดยใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 เซนติเมตร ตัดชิ้นส่วนเชื้อราดังกล่าวมาใส่ลงใน flask) จากนั้นนำเข้าเครื่องเขย่าประมาณ 5 วัน
- เตรียมสารละลายซิลิคอนให้ได้ความเข้มข้นเท่ากับ 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm โดยแต่ละความเข้มข้นให้ปริมาตรเท่ากับ 30 มิลลิลิตร
- นำสารละลายซิลิคอนแต่ละความเข้มข้นที่เตรียมได้ใส่ลงในจานอาหารทดสอบในปริมาตร 15 มิลลิลิตร โดยใช้ปิเปต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นำเชื้อรา *P. aphanidermatum* ที่เลี้ยงในอาหาร PDB อายุ 5 วัน ใช้เข็มเขี่ยเชื้อเชื้อราใน flask มาใส่ในจานอาหารทดสอบ จากนั้นนำใบหญ้าที่ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ และถูกต้มในน้ำเดือดประมาณ 10 นาที ใส่ลงไปในจานอาหารทดสอบด้วย จานละ 5 ชิ้น บ่มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2 วัน

- เมื่อครบกำหนดทำการนับ sporangium ที่บริเวณมุมใบหญ้าทั้ง 4 มุม ทุกใบ ถ้าความเข้มข้นใดไม่พบการสร้าง sporangium ให้บ่มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องอีกประมาณ 3 วัน แล้วจึงทำการนับ sporangium

การบันทึกผล

- จำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ

1.2.3 การปลดปล่อย zoospores ของเชื้อรา *P. aphanidermatum* ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ตรวจนับโดยใช้เหยื่อล่อ)

อุปกรณ์

- จานอาหารเลี้ยงเชื้อจากการทดลองที่ 1.2.1
- กล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเครื่องบันทึกภาพเคลื่อนไว้ (video)

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) สิ่งทดลองคือความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 7 ระดับคือ 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm (ที่ผสมลงในอาหาร PDA) จำนวน 2 ซ้ำ

วิธีการ

- ทำการทดลองต่อเนื่องจากการทดลองที่ 1.2.2 คือ เมื่อทำการนับ sporangium แล้ว นำจานอาหารดังกล่าวไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที แล้วนำกลับมาไว้ที่อุณหภูมิห้องอีกครั้ง ตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเครื่องบันทึกภาพเคลื่อนไหว (video) โดยตรวจดูที่มุมใบหญ้าทั้ง 4 มุม ที่เคยได้ทำการนับ sporangium ทำการจับเวลาที่ใช้ในการปลดปล่อย zoospores จำนวน 5 ซ้ำ ในแต่ละความเข้มข้น

การบันทึกผล

- เวลาที่เชื้อรา *P. aphanidermatum* ใช้ในการปลดปล่อย zoospores

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อรา *P. aphanidermatum*

1.1 ที่มีผลต่อ Vegetative growth

1.1.1 บนอาหาร PDA

การศึกษาการเจริญของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหาร PDA ที่ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ พบว่าทุกระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดีที่สุด จากการทดลองพบว่าเชื้อรา *P. aphanidermatum* เป็นเชื้อราที่มีการเจริญเติบโตเร็ว สามารถเจริญเต็มจานทดลอง ได้ภายในเวลา 24 ชั่วโมง โดยที่ระดับความเข้มข้น 0 ppm วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีได้ 7.49 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm ซึ่งวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีได้ 7.41 เซนติเมตร ที่ระดับความเข้มข้น 500, 1000, 2000 และ 2500 ppm การเจริญของเชื้อจะลดลง วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีได้ 6.65, 5.99, 5.75 และ 2.45 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ไม่พบการเจริญเติบโตของเชื้อราดังกล่าวเลย (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1)

1.1.2 ในอาหาร PDB

จากการศึกษาพบว่า ทุกระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อที่เจริญในอาหาร PDB อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองที่ 1.1.1 เมื่อทำการชั่งน้ำหนักแห้งที่ระดับความเข้มข้น 0 ppm (ได้ 0.24 กรัม) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm ซึ่งชั่งได้ 0.22 กรัม สำหรับที่ระดับความเข้มข้น 500, 1000, 2000 และ 2500 ppm การเจริญของเชื้อจะลดลง ชั่งน้ำหนักแห้งได้ 6.65, 5.99, 5.75 และ 2.45 กรัม ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm ไม่พบการเจริญของเชื้อราดังกล่าวเลย (ตารางที่ 2, ภาพที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ

ระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน (ppm)	ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีของเชื้อ *P. aphanidermatum* (เซนติเมตร)[1/]	
	12 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
0	3.61 a	7.49 a[2/]
100	3.55 a	7.41 a
500	2.93 b	6.65 b
1000	2.41 c	5.99 c
2000	2.22 d	5.75 d
2500	0.81 e	2.45 e
3000	0.40 f	0.40 f

1/ ค่าเฉลี่ย 10 ซ้ำ

2/ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ treatment mean แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ภาพที่ 1 เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* บนอาหาร PDA ที่ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเส้นใยเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ที่เลี้ยงในอาหาร PDB ที่ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ

ระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน (ppm)	น้ำหนักของเส้นใยของ *Pythium aphanidermatum* (กรัม)[1/]	
	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
0	4.56 a	0.24 a[2/]
100	4.30 b	0.22 a
500	4.08 b	0.20 b
1000	3.73 c	0.19 b
2000	3.44 d	0.18 b
2500	2.86 e	0.12 c
3000	0.01 f	0.01 d

1/ ค่าเฉลี่ย 5 ซ้ำ

2/ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ treatment mean แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ภาพที่ 2 เชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (อายุ 7 วัน) ในอาหาร PDB ที่ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ที่มีผลต่อ Reproductive growth

1.2.1 การสร้าง sporangium และการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อ *P. aphanidermatum* ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

พบว่าทุกระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนมีผลในการยับยั้งการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *P. aphanidermatum* โดยปริมาณการสร้าง sporangium จะลดลงเมื่อระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนเพิ่มขึ้น ซึ่งที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm ไม่พบการสร้าง sporangium เลย ส่วนการปลดปล่อย zoospores เมื่อนำจานอาหารทดสอบไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที และนำกลับมาไว้ที่อุณหภูมิห้องอีกครั้ง (เพื่อชักนำให้เชื้อราปลดปล่อย zoospores) จากการทดลองไม่พบการปลดปล่อย zoospores ในทุกระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน โดยอาจจะเป็นเพราะเชื้อราดังกล่าวสร้างเส้นใยมากกว่าโครงสร้างที่ใช้ในการสืบพันธุ์เนื่องมาจากเชื้อราเจริญอยู่บนอาหารที่อุดมสมบูรณ์ (ตารางที่ 3)

โดยจากการทดลอง การประเมินการสร้าง sporangium นั้นได้ใช้หลักการสังเกตจากผู้ทดลอง เนื่องจากเชื้อราดังกล่าวเจริญอยู่บนอาหาร PDA ทำให้ยากต่อการนับ sporangium แต่ก็สามารถสังเกตเห็นถึงปริมาณ sporangium ลดลงตามระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนที่สูงขึ้น ดังนั้นจึงได้นำวิธีการใช้เหยื่อล่อ มาใช้ในการทดสอบ ทำให้สามารถนับและตรวจสอบจำนวน sporangium และการปลดปล่อย zoospores ชัดเจนกว่าการนับ sporangium ของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA

ตารางที่ 3 การสร้าง sporangium และการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน (ppm)	การสร้าง sporangium	การปลดปล่อย zoospores
0	++++++	0
100	+++++	0
500	+++++	0
1000	+++	0
2000	++	0
2500	+	0
3000	-	0

++++++ = ปริมาณ sporangium มากที่สุด
+++++ = ปริมาณ sporangium มาก
++++ = ปริมาณ sporangium ค่อนข้างมาก
+++ = ปริมาณ sporangium ปานกลาง
++ = ปริมาณ sporangium น้อย
+ = ปริมาณ sporangium น้อยมาก
- = ไม่พบการสร้าง sporangium
0 = ไม่พบการปลดปล่อย zoospores

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 การสร้าง sporangium ของเชื้อรา *P. aphanidermatum* ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ตรวจนับโดยใช้เหยื่อล่อ)

จากการทดลองพบว่าสารละลายซิลิคอนทุกระดับความเข้มข้นมีผลในการยับยั้งการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *P. aphanidermatum* ในช่วงระยะเวลา 2 วัน ที่เชื้อราเจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ และทำการตรวจนับ sporangium โดยที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm ไม่พบการสร้าง sporangium เลยซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กับที่ระดับความเข้มข้น 0, 100 และ 500 ppm ซึ่งตรวจนับ sporangium เฉลี่ยต่อใบหญ้า 1 ใบ คือ 19.6, 18.8 และ 14.8 ตามลำดับ จากนั้นได้ทำการตรวจสอบการสร้าง sporangium ของเชื้อราดังกล่าว ที่เจริญในสารละลายซิลิคอน ที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm อย่างต่อเนื่องจนไปถึงวันที่ 5 จะเริ่มพบการสร้าง sporangium เพิ่มขึ้น แต่ก็ยังคงลดหลั่นกันไปตามระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนที่สูงขึ้น และพบว่าในวันที่ 7 การสร้าง sporangium ที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000 และ 2500 ppm จะเริ่มคงที่ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งนับจำนวน sporangium เฉลี่ยต่อใบหญ้า 1 ใบ ที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000 และ 2500 ppm ได้ 21.2, 17.4 และ 14.4 ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm ตลอดระยะเวลาการทดลองไม่พบการสร้าง sporangium เลย (ตารางที่ 4, ภาพที่ 3)

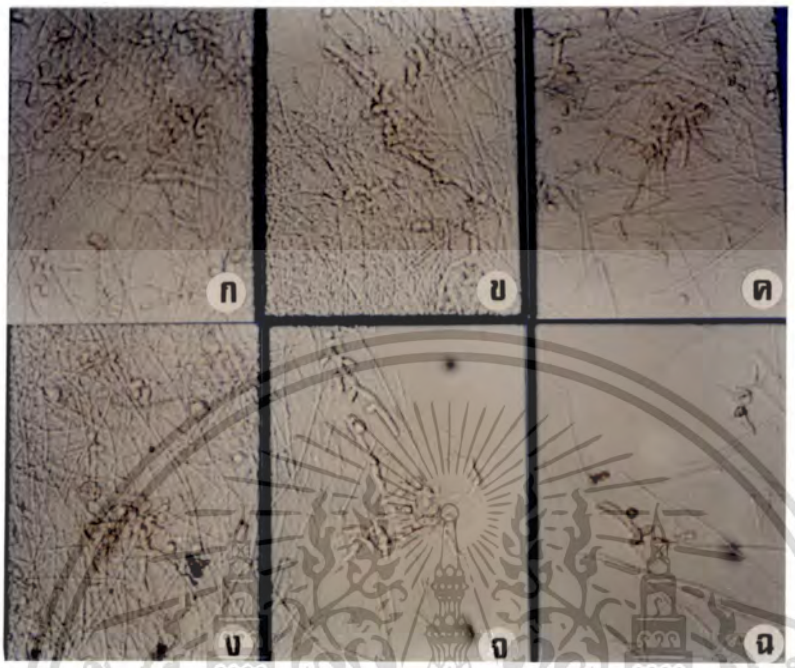
ตารางที่ 4 จำนวน sporangium เฉลี่ย ที่ถูกสร้างขึ้นโดยเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ตรวจนับโดยใช้ใบหญ้าล่อ)

ระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน (ppm)	จำนวน sporangium เฉลี่ยต่อใบหญ้า 1 ใบ[1/]					
	2 วัน	5 วัน	5 วันครึ่ง	6 วัน	6 วันครึ่ง	7 วัน
0	19.6 a					
100	18.8 a					
500	14.8 b					
1000	0 c	14.4 a	19.2 a	20.6 a	21.2 a	21.2 a[2/]
2000	0 c	12.4 b	15.4 b	17 b	17.4 b	17.4 b
2500	0 c	8.6 c	11.8 c	14 c	14 c	14.4 c
3000	0 c	0 d	0 d	0 d	0 d	0 d

[1/] ค่าเฉลี่ย 5 ซ้ำ

[2/] ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ treatment mean แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 ลักษณะการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ก. ที่ระดับความเข้มข้น 0 ppm

ข. ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm

ค. ที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm

ง. ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm

จ. ที่ระดับความเข้มข้น 2000 ppm

ฉ. ที่ระดับความเข้มข้น 2500 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.3 การปลดปล่อย zoospores ของเชื้อรา *P. aphanidermatum* ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ตรวจนับโดยใช้เหยื่อล่อ)

จากการทดลองพบว่าสารละลายซิลิคอนทุกระดับความเข้มข้นมีผลในการยับยั้งการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อ *P. aphanidermatum* โดยที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ขึ้นไปสามารถยับยั้งการปลดปล่อย zoospores ได้ ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 0 ppm ใช้เวลาในการปลดปล่อย zoospores ประมาณ 1 ชั่วโมง 53 ชั่วโมง ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm ที่ใช้เวลาในการปลดปล่อย zoospores เท่ากับ 1 ชั่วโมง 56 นาที ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm เวลาที่ใช้ในการปล่อย zoospores จะนานขึ้นคือ 3.ชั่วโมง (ตารางที่ 5)

การศึกษาการปลดปล่อย zoospores จะเริ่มจาก sporangium สร้าง vesicle และเริ่มเปลี่ยนแปลงโดยขยายขนาดขึ้นจนคงที่ และเริ่มมีการเคลื่อนไหวอยู่ภายใน การเคลื่อนไหวจะเริ่มเห็นเด่นชัดขึ้นเรื่อยๆ จนในที่สุดมองเห็นเป็น zoospores ซึ่งมีลักษณะคล้ายเมล็ดถั่ว ว่ายวนอยู่ใน vesicle จากนั้น zoospores ตัวแรกจะดันผนังของ vesicle ออกมา และตัวที่เหลือก็จะว่ายตามออกมาจนหมด (ภาพที่ 4)

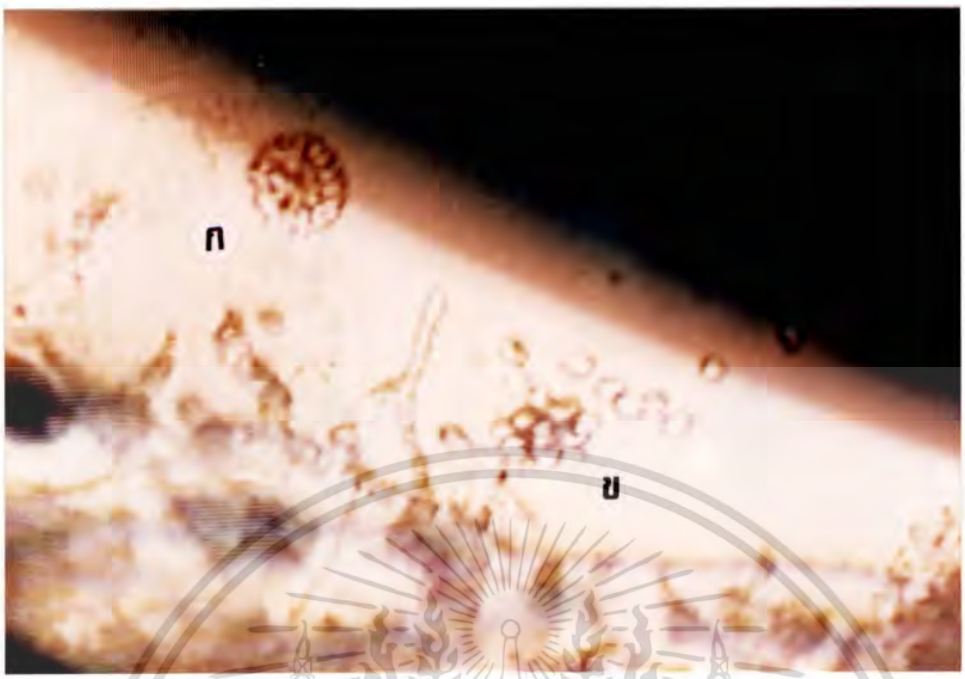
ตารางที่ 5 เวลาที่ใช้ในการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ตรวจสอบในวันที่ 2 และ 5 หลังจากที่เชื้อเจริญในสารละลายดังกล่าว)

ระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน (ppm)	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการปลดปล่อย zoospores (ชั่วโมง)[1/]	
	ตรวจสอบหลังจากที่เชื้อเจริญในสารละลายได้	
	2 วัน	5 วัน
0	1.5 b[2/]	
100	1.5 b	
500	3.0 a	
1000		-
2000		-
2500		-
3000		-

[1/] ค่าเฉลี่ย 5 ซ้ำ

[2/] ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ treatment mean แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 แสดงการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum*
ก. แสดง zoospores ที่มีการเคลื่อนไหวอยู่ภายใน vesicle
ข. แสดงการปลดปล่อย zoospores

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm) ที่มีผลต่อเชื้อรา *Pythium aphanidermutum* ทั้งทางด้าน vegetative growth และ reproductive growth พบว่าสารละลายซิลิคอนมีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้งสองด้านดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในการศึกษาทางด้าน vegetative growth โดยทดสอบบนอาหาร PDA และในอาหาร PDB พบว่าสารละลายซิลิคอนทุกระดับความเข้มข้นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา คือ การเจริญของเส้นใยจะลดลง ตามระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนที่สูงขึ้น โดยดูได้จากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี และจากการทดสอบในอาหาร PDB ที่ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่าสารละลายซิลิคอนมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราในอาหารเหลว จะเห็นได้จากปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเชื้อราที่ลดลงสอดคล้องตามระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนที่สูงขึ้น โดยเฉพาะที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm พบว่าการทดสอบบนอาหาร PDA และในอาหาร PDB ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลสอดคล้องกัน คือ ที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าว จะมีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการเจริญทางด้าน vegetative growth ของเชื้อรานี้ (โดยไม่พบการเจริญเติบโตทางเส้นใยเลย)

สำหรับการศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อรา *P. aphanidermatum* ทางด้าน reproductive growth โดยตรวจนับการสร้าง sporangium และการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อรา พบว่าสารละลายซิลิคอนทุกความเข้มข้นมีผลในการยับยั้งการสร้าง sporangium และการปลดปล่อย zoospores ซึ่งที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000 และ 2500 ppm สามารถยับยั้งการสร้าง sporangium ได้ใน 2 วันแรกของการทดลอง แต่เมื่อครบ 5 วัน ที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000 และ 2500 ppm เริ่มมีการสร้าง sporangium และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนคงที่ในวันที่ 7 ของการทดลอง แต่อย่างไรก็ตามจะไม่พบการปลดปล่อย zoospores ที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000 และ 2500 ppm ถึงแม้ว่าจะมีการสร้าง sporangium ได้ก็ตาม ดังนั้นจะเห็นได้ว่าที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการสร้าง sporangium บางส่วน และยังยั้งการปลดปล่อย zoospores ในกรณีที่มีการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *P. aphanidermatum* ได้

จะเห็นได้ว่าการศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อรา *P. aphanidermatum* ทางด้าน vegetative growth ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดีที่สุดคือ 3000 ppm ส่วนการศึกษาทางด้าน reproductive growth พบว่าที่ระดับความเข้มข้นเพียง 1000 ppm ก็เห็นผลแล้วคือ สามารถยับยั้งการสร้าง sporangium และการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อได้ ที่เป็นเช่นนี้ น่าจะเป็นผลดีมาจากการที่นำเอา zoospores (ซึ่งเป็น primary inoculum ตัวสำคัญที่ทำให้เกิดโรคกับพืชได้ดีที่สุดในสภาพที่มีความชื้นสูง) มาทดสอบโดยตรง โดยเชื้อรา *P. aphanidermatum* จะถูกนำมาเลี้ยงในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เท่ากับว่าเป็นการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายซิลิคอนต่อตัวเชื้อโดยตรง และสอดคล้องกับสภาพจริงของการเกิดโรคของเชื้อราดังกล่าว ที่ต้องการความชื้นสูง ส่วนทางด้าน vegetative growth นั้น เป็นการทดสอบการเจริญของเชื้อบน PDA ที่ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ซึ่งไม่ได้เป็นการทดสอบกับตัวเชื้อโดยตรง อีกทั้งเส้นใยเชื้อราก็ไม่ได้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคมากที่สุดเมื่อเทียบกับ zoospores ดังนั้นระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนที่เหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพคือ 1000 ppm รวมทั้งนำวิธีการอื่นๆ มาใช้ร่วมด้วย (Integrated control) จะทำให้การป้องกันกำจัดโรคพืชมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ ยังมีข้อแตกต่าง จากรายงานของต่างประเทศในแง่ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายซิลิคอนที่ใช้ในการป้องกันกำจัดโรคพืช คือ ในของต่างประเทศ (Cherif and Belanger, 1992) รายงานว่า potassium silicate 100 และ 200 ppm ได้ถูกนำมาใช้เพื่อควบคุมเชื้อ *P. ultimum* ในระบบ hydroponics โดยทำให้ปริมาณรากถูกทำลายน้อยลง เปอร์เซ็นต์การตายของต้นพืชและความสูญเสียเนื่องจากเชื้อดังกล่าวลดลง จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าในต่างประเทศจะใช้สารละลายซิลิคอนเข้มข้นเพียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

100 และ 200 ppm ในการควบคุมโรคพืชและได้ผลดี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าการนำสารละลายซิลิคอนไปใช้ในปริมาณสูงแก่พืช อาจเป็นผลเสียแก่พืชก็ได้ และเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายด้วย

จากการทดลองนี้นับว่าประสบความสำเร็จในห้องปฏิบัติการ ซึ่งควรจะมีการศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสมเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในสภาพไร่ เพื่อเป็นการลดปริมาณการใช้สารเคมี ทำให้ลดปัญหาการเกิดมลภาวะที่ส่งผลเสียต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการใช้สารละลายซิลิคอนจึงน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่ใช้ร่วมกับการควบคุมโรคพืชแบบผสมผสาน (integrated control)

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอน (ที่ระดับความเข้มข้น 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm) ที่มีผลต่อเชื้อรา *P. aphanidermatum* พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการเจริญทางด้าน vegetative growth ที่ทำการทดลองบนอาหาร PDA และในอาหาร PDB สำหรับทางด้าน reproductive growth พบว่าตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 1000 ถึง 3000 ppm จะมีประสิทธิภาพสูงสุด

จากที่กล่าวมาทั้งหมด พอจะสรุปได้ว่าที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm น่าจะเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ใช้ในการป้องกันกำจัดเชื้อรา *P. aphanidermatum* เนื่องจากที่ระดับความเข้มข้นนี้ให้ผลในการยับยั้งการเจริญทางด้าน reproductive growth ได้ดีใกล้เคียงกับที่ระดับความเข้มข้นที่สูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อรา *Fusarium oxysporum*

โดยแบ่งขั้นตอนการศึกษา เป็นดังนี้ :

2.1 ที่มีผลต่อ Vegetative growth : โดย

2.1.1 ทดสอบบนอาหาร PDA

2.1.2 ทดสอบในอาหาร PDB

2.2 ที่มีผลต่อ Reproductive growth : โดย

2.2.1 ศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อปริมาณการสร้าง microconidia และ macroconidia

2.2.1.1 เมื่อเชื้อเจริญบนอาหาร PDA ที่อายุ 7 วัน

2.2.1.2 เมื่อเชื้อเจริญบนอาหาร PDA ที่อายุ 15 วัน

2.2.2 ศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อ microconidia ของเชื้อบนอาหาร WA

2.2.2.1 เปอร์เซ็นต์การงอกของ microconidia

2.2.2.2 ขนาดความยาว germ tube ของ microconidia ที่อายุ 9 ชั่วโมง

2.2.3 ศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อ macroconidia ของเชื้อบนอาหาร WA

2.2.3.1 เปอร์เซ็นต์การงอกของ macroconidia

2.2.3.2 ขนาดความยาว germ tube ของ macroconidia ที่อายุ 10 ชั่วโมง

แผนการทดลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ซึ่งมีสิ่งทดลอง (ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน) ทั้งหมด 7 treatment คือ 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm และมีจำนวนซ้ำแตกต่างกันเป็น 4, 5, 10 และ 20 ซ้ำ ขึ้นอยู่กับชนิดของการทดลองย่อย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ที่มีผลต่อ Vegetative growth

2.1.1 ทดสอบบนอาหาร PDA

อุปกรณ์

- อาหารเลี้ยงเชื้อ

: อาหาร PDA (ใช้ในการทดสอบ) มีสูตรดังนี้

มันฝรั่ง	200	กรัม
น้ำตาล	20	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผงวุ้น	17	กรัม
น้ำกลั่น	1000	กรัม

โดยบรรจุในขวดแก้ว ขนาด 60 มิลลิลิตร พร้อมฝาพลาสติก ปริมาตรขวดละ 18 มิลลิลิตร แล้วนำอาหารวุ้นไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลานาน 20 นาที

: อาหาร Glucose - Ammonium Nitrate Agar (GANA) (ใช้ในการแยกเชื้อราจากดิน) ซึ่งมีสูตรดังนี้

Glucose	10	กรัม
NH_4NO_3	1	กรัม
Difco Bacto yeast extract	1	กรัม
K_2HPO_4	0.5	กรัม
$MgSO_4.\ 7H_2O$	0.5	กรัม
Rose Bengal	0.06	กรัม
Streptomycin	0.03	กรัม
Agar	20	กรัม
Distilled water	1000	กรัม

หลังจากนึ่งฆ่าเชื้ออาหารที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที จึงใส่ Streptomycin

- เชื้อสาเหตุ *Fusarium oxysporum*

เชื้อสาเหตุดังกล่าวนี้ แยกได้มาจากดิน โดยวิธี soil plate technique มีขั้นตอนในการแยกดังนี้ นำดินบริเวณรอบรากพืชที่เป็นโรคมาตากแห้งและบดละเอียดประมาณ 0.005-0.015 กรัม (หรือประมาณโดยใช้เข็มเขี่ยปลายแบนตักดิน 1 ครั้ง) ใส่ลงในจานเลี้ยงเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้ว เท อาหาร GANA ที่กำลังอุ่น (อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส) แล้วหมุนจานอาหารไปรอบๆ เพื่อให้อนุภาคดินกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วจานเลี้ยงเชื้อ ปล่อยไว้จนอาหารแข็งตัว แล้วนำไปบ่มไว้ที่มืดสังเกตการเจริญของเส้นใยหลังจากเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง จากนั้นแยกเส้นใยของเชื้อราที่เกิดขึ้นลงในจานอาหาร PDA จนได้เชื้อบริสุทธิ์ (pure culture) ทำสไลด์ตรวจดูลักษณะของเชื้อราด้วยกล้องจุลทรรศน์ เมื่อได้เชื้อรา *Fusarium oxysporum*แล้ว ย้ายเชื้อราดังกล่าวไปเลี้ยงในหลอดอาหารเอียง PDA นำไปเก็บรักษาไว้เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

- เครื่องแก้วต่างๆ เช่น plate, flask, pipette ฯลฯ
- cork borer ขนาด 0.4 เซนติเมตร
- สารละลายซิลิคอน ($Na_2Si_3O_7$), a.i. ≈ 27%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

- เลี้ยงเชื้อสาเหตุ *F. oxysporum* ที่แยกได้จากดิน บนอาหาร PDA บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

- เตรียม stock สารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm ปิเปตสารละลายที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ดังกล่าว ใส่ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง จานละ 2 มิลลิเมตร ความเข้มข้นละ 15 จาน (15 ซ้ำ)

- หลังจากนั้นเทอาหารที่บรรจุในขวดแก้ว (ปริมาณ 18 มิลลิลิตร) ลงไปในจานอาหารที่มีสารละลายซิลิคอนบรรจุอยู่ (1 ขวด : 1 จานอาหาร) แล้วหมุนจานอาหารไปรอบๆ เพื่อให้สารละลายกระจายอย่างสม่ำเสมอ ทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว

- ใช้ cork borer ขนาด 0.4 เซนติเมตร ตัดชิ้นวุ้นเชื้อที่มีอายุ 7 วัน (โดยตัดตรงขอบโคโลนีรอบนอก บริเวณรัศมีเดียวกัน) นำไปวางบนจานอาหารทดสอบ จากนั้นนำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง

การบันทึกผล

- วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อรา ทุกวัน เป็นเวลา 7 วัน

2.1.2 ทดสอบในอาหาร PDB

อุปกรณ์

- เชื้อราสาเหตุ *Fusarium oxysporum* ที่เลี้ยงในอาหาร PDA มีอายุ 7 วัน
- อาหาร PDB ซึ่งมีสูตรดังนี้

มันฝรั่ง	200	กรัม
น้ำตาล	20	กรัม
น้ำกลั่น	1000	กรัม

ตวงอาหารใส่ flask ขนาด 125 มิลลิลิตร ปริมาณ flask ละ 30 มิลลิลิตร จำนวน 35 flask นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลานาน 20 นาที

- เครื่องแก้วต่างๆ เช่น plate, flask, pipette ฯลฯ
- cork borer ขนาด 0.4 เซนติเมตร
- เครื่องเขย่า (shaker)
- สารละลายซิลิคอน ($Na_2Si_3O_7$), a.i. ≈ 27%
- อุปกรณ์ในการกรอง เช่น buchner funnel, water pump, suction flask ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

- เตรียม stock สารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500, 3000 ppm ปิเปตสารละลายที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ดังกล่าวใส่ใน flask อาหารเหลว flask ละ 3.33 มิลลิลิตร ความเข้มข้นละ 5 flask (5 ซ้ำ)

- ใช้ cork borer ขนาด 0.4 เซนติเมตร ตัดชิ้นวุ้นเชื้อที่มีอายุ 7 วัน (โดยตัดตรงขอบโคโลนีรอบนอก บริเวณรัศมีเดียวกัน) นำไปใส่ลงใน flask อาหารเหลว จากนั้นนำ flask อาหารเหลวดังกล่าวไปเขย่า บนเครื่องเขย่า (shaker) เป็นเวลานาน 7 วัน

- เมื่อครบ 7 วัน ก็นำมากรอง โดยใช้ water pump, suction flask, และ buchner funnel ชั่งน้ำหนักสดของเชื้อรา จากนั้นนำไปอบ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง จึงทำการชั่งน้ำหนักแห้ง

การบันทึกผล

- น้ำหนักสด
- น้ำหนักแห้ง ของเส้นใยเชื้อที่ผ่านการอบแห้งแล้ว

2.2 ที่มีผลต่อ Reproductive growth

2.2.1 ศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อปริมาณการสร้าง microconidia และ macroconidia

2.2.1.1 เมื่อเชื้อเจริญบนอาหาร PDA ที่อายุ 7 วัน

อุปกรณ์

เหมือนในข้อ 2.1.1

วิธีการ

ต่อเนื่องจากข้อ 2.1.1 เมื่อเชื้อมีอายุครบ 7 วัน จึงขูดเส้นใยของเชื้อรามาทำ spore suspension ใช้ความเข้มข้นละ 5 จาน

การบันทึกผล

- ปริมาณสปอร์ แยกเป็น microconidia และ macroconidia

2.2.1.2 เมื่อเชื้อเจริญบนอาหาร PDA ที่อายุ 15 วัน

อุปกรณ์

เหมือนในข้อ 2.1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

ต่อเนื่องจากข้อ 2.1.1 เมื่อเชื้อมีอายุครบ 15 วัน จึงขูดเส้นใยของเชื้อรามาทำ spore suspension ใช้ความเข้มข้นละ 5 จาน

การบันทึกผล

- ปริมาณสปอร์ แยกเป็น microconidia และ macroconidia

2.2.2 ศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อ microconidia ของเชื้อบนอาหาร WA

2.2.2.1 เปอร์เซ็นต์การงอกของ microconidia

อุปกรณ์

- เชื้อสาเหตุ *F. oxysporum* ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน
- อาหาร WA (water agar) ซึ่งมีสูตรดังนี้

ผงวุ้น	17	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

- เครื่องแก้วต่างๆ เช่น plate, flask, pipettes, cylinder, dropper ฯลฯ
- สารละลายซิลิคอน ($Na_2Si_3O_7$), a.i. ≈ 27 %
- micrometer
- กล้องจุลทรรศน์

วิธีการ

- นำเชื้อราสาเหตุ *F. oxysporum* ที่มีอายุ 7 วัน มาขูดเส้นใยทำ spore suspension โดยใช้น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 30 มิลลิลิตร เพื่อให้เจือจาง ทำการนับสปอร์

- เตรียม stock สารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500, 3000 ppm ปิเปตสารละลายที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ดังกล่าว ใส่ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง จานละ 1 มิลลิลิตร ความเข้มข้นละ 4 จาน (4 ซ้ำ)

- นำอาหาร WA ที่กำลังอุ่น เทลงในจานอาหารทดสอบ โดยใช้ cylinder ตวง จานละ 4 มิลลิลิตร หมุนจานอาหารไปรอบๆ เพื่อให้สารละลายกระจายอย่างสม่ำเสมอ ทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว

- นำ spore suspension จำนวน 1 มิลลิลิตร (ปริมาณ microconidia 1 มิลลิลิตร = 1.845×10^8 conidia/ml) มาหยดลงบนผิวหน้าอาหาร WA โดยใช้ dropper ที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อ แล้วเกลี่ยให้ทั่วผิวหน้าอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกผล

- เปอร์เซ็นต์การงอกของ conidia ทุก 1 ชั่วโมง โดยทำตารางขนาด 0.5 x 0.5 เซนติเมตร นับภายในตาราง (conidia ที่นับเป็นงอก คือ ต้องมี germ tube งอกออกมายาวมากกว่าครึ่งของขนาด conidia) บันทึกผลจนกว่า control มี conidia งอก 100 เปอร์เซ็นต์

2.2.2.2 ขนาดความยาว germ tube ของ microconidia ที่อายุ 9 ชั่วโมง

อุปกรณ์

เหมือนในข้อที่ 2.2.2.1

วิธีการ

- ต่อเนื่องจาก ข้อที่ 2.2.2.1 เมื่อทำการทดสอบบนอาหาร WA เป็นเวลา 9 ชั่วโมง คือ ที่ชั่วโมงที่ 9 microconidia ของ control งอกครบ 100 เปอร์เซ็นต์ ก็สุ่มตัดชิ้นวุ้นเชื้อของแต่ละความเข้มข้นมาวางบน slide ปิดด้วย cover glass เพื่อศึกษาวัดขนาดความยาวของ germ tube โดยใช้ micrometer

การบันทึกผล

- ขนาด germ tube (ทำการวัด 20 ครั้ง)

2.2.3 ศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อ macroconidia ของเชื้อบนอาหาร WA

2.2.3.1 เปอร์เซ็นต์การงอกของ macroconidia

อุปกรณ์

เหมือนในข้อที่ 2.2.2.1

วิธีการ

เหมือนในข้อที่ 2.2.2.1 แต่ปริมาณ macroconidia 1 มิลลิลิตร = 3.45 x 10^7 conidia/ml

การบันทึกผล

- เปอร์เซ็นต์การงอกของ macroconidia ทุก 1 ชั่วโมง วิธีการนับเหมือนในข้อที่ 2.2.2.1 บันทึกผลจนกว่า control มี conidia งอก 100 เปอร์เซ็นต์

2.2.3.2 ขนาดความยาว germ tube ของ macroconidia ที่อายุ 10 ชั่วโมง

อุปกรณ์

เหมือนในหัวข้อที่ 2.2.2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

ต่อเนื่องจากข้อที่ 2.2.2.1 เมื่อทำการทดสอบบนอาหาร WA เป็นเวลา 10 ชั่วโมง คือ ที่ชั่วโมงที่ 10 macroconidia ของ control งอกครบ 100 เปอร์เซ็นต์ ก็สุ่มตัดชิ้นวุ้นเชื้อของแต่ละความเข้มข้นมาวางบน slide ปิดด้วย cover glass เพื่อศึกษาวัดขนาดความยาวของ germ tube โดยใช้ micrometer

การบันทึกผล

ขนาด germ tube (ทำการวัด 20 ครั้ง)

ผลการทดลอง

2. บทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อรา *Fusarium oxysporum*

2.1 ที่มีผลต่อ Vegetative growth

2.1.1 ทดสอบบนอาหาร PDA

จากการศึกษาการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* บนอาหาร PDA ซึ่งผสมสารละลายซิลิคอน ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่าสารละลายซิลิคอนมีผลในการยับยั้งการเจริญของเส้นใย อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 1) ตั้งแต่วันที่ 1 เรื่อยไป จนถึงวันที่ 7 โดยวัดจากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อที่ลดลงตามลำดับ เมื่อเชื้อมีอายุ 7 วัน ที่ระดับความเข้มข้น 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเป็น 8.98, 8.87, 8.76, 8.68, 8.51, 8.47 และ 8.43 เซนติเมตร ตามลำดับ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 1.22, 2.45, 3.34, 5.23, 5.68 และ 6.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm จะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อมากที่สุด โดยจะมีผลยับยั้งการเจริญของเส้นใยตั้งแต่วันแรก แต่ยังเห็นความแตกต่างไม่ชัดเจนมากนัก ความแตกต่างของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี จะแตกต่างมากขึ้นในวันต่อๆ มา แต่อย่างไรก็ตามเส้นใยของเชื้อที่อายุ 15 วัน เจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ทุกความเข้มข้น จึงทำให้ไม่เห็นความแตกต่าง ดังภาพที่ 1 แต่จะแตกต่างกันในแง่ของปริมาณการสร้าง microconidia และ macroconidia

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี เชื้อรา *Fusarium oxysporum* ซึ่งเจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในช่วงอายุ 1-7 วัน

ความเข้มข้น Si (ppm) / วัน	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนี (เซนติเมตร)[1/]							เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง
	1	2	3	4	5	6	7	
0	1.15 a	2.46 a	3.76 a	4.82 a	6.26 a	7.47 a	8.98 a[2/]	-
100	0.97 b	2.21 b	3.64 b	4.73 b	6.16 b	7.40 b	8.87 b	1.22
500	0.85 c	2.14 b	3.51 c	4.65 c	6.00 c	7.35 b	8.76 c	2.45
1000	0.76 d	1.95 c	3.41 d	4.52 d	5.92 d	7.28 c	8.68 d	3.34
2000	0.70 de	1.88 c	3.35 e	4.46 e	5.87 d	7.23 c	8.51 e	5.23
2500	0.66 ef	1.75 d	3.30 f	4.37 f	5.74 e	7.13 d	8.47 e	5.68
3000	0.61 f	1.68 d	3.27 f	4.29 g	5.66 f	6.94 e	8.43 f	6.12

[1/] ค่าเฉลี่ย 10 ซ้ำ

[2/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ treatment mean แบบ Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ภาพที่ 1 การเจริญเติบโตของเส้นใยของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* บนอาหาร PDA ที่ผสมสารละลายซิลิคอนระดับความเข้มข้นต่างๆ (อายุ 15 วัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ทดสอบในอาหาร PDB

จากการศึกษาการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *F. oxysporum* โดยทำการทดสอบในอาหาร PDB ซึ่งผสมสารละลายซิลิคอน ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่าสารละลายซิลิคอนมีผลในการยับยั้งการเจริญของเส้นใย โดยดูจากน้ำหนักแห้งของเส้นใย จากตารางที่ 2 น้ำหนักแห้งของเส้นใย เท่ากับ 0.3179, 0.2747, 0.2259, 0.2058, 0.1951, 0.1506 และ 0.1368 กรัม ตามลำดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม ที่ระดับความเข้มข้น 2500 และ 3000 ppm ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ฉะนั้นทั้งสองความเข้มข้น จึงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้ดีที่สุด (ตารางที่ 2, ภาพที่ 2)

ตารางที่ 2 น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ของเส้นใย เชื้อรา *Fasarium oxysporum* ในอาหาร PDB ผสมสารละลายซิลิคอน ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นของ Si (ppm)	น้ำหนักเส้นใยของเชื้อ *Fusarium oxysporum* (กรัม) [1/]	
	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
0	10.3153 a	0.3179 a [2/]
100	8.6379 b	0.2747 b
500	7.8899 bc	0.2259 c
1000	7.7703 bcd	0.2058 cd
2000	7.0492 cd	0.1951 d
2500	6.7719 d	0.1506 e
3000	5.3468 e	0.1368 e

1/ ค่าเฉลี่ย 5 ซ้ำ

2/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ treatment mean แบบ Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2 การเจริญเติบโตของเส้นใยของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* ในอาหาร PDB ที่ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (อายุ 7 วัน)

2.2 ที่มีผลต่อ Reproductive growth

2.2.1 ศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อปริมาณการสร้าง microconidia และ macroconidia

2.2.1.1 เมื่อเชื้อเจริญบนอาหาร PDA ที่อายุ 7 วัน

เมื่อเชื้อรา *F. oxysporum* มีอายุ 7 วัน จึงขูดเส้นใยมาทำ spore suspension และทำการนับสปอร์ พบว่าสารละลายซิลิคอนมีผลในการยับยั้งการสร้าง microconidia ของเชื้อราอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 3) เมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้น ปริมาณ microconidia ก็จะลดลงเรื่อยๆ ตามลำดับ จากภาพที่ 3 เป็นลักษณะของปริมาณ microconidia ที่ระดับความเข้มข้น 0 ppm ซึ่งสร้างจากเชื้อราที่มีอายุ 7 วัน และจากตารางที่ 3 ที่ระดับความเข้มข้น 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm มีปริมาณ microconidia เป็น 6.00×10^7, 4.73×10^7, 3.34×10^7, 2.77×10^7, 2.37×10^7, และ 1.92×10^6, 5.6×10^6, 5.3×10^6, 4.5×10^6, 3.7×10^6 และ 1.8×10^6 conidia/ml ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 เมื่อเชื้อเจริญบนอาหาร PDA ที่อายุ 15 วัน

เมื่อบ่มเชื้อรา *F. oxysporum* ไว้ที่อุณหภูมิห้อง จนเชื้อรามีอายุ 15 วัน จึงขูดเส้นใยมาทำ spore suspension และทำการนับสปอร์ พบว่าสารละลายซิลิคอนมีผลในการยับยั้งการสร้าง microconidia ของเชื้อ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 3) คือ มีปริมาณ microconidia เป็น 2.377×10^8, 2.084×10^8, 1.737×10^8, 1.706×10^8, 1.469×10^8, 1.162×10^8 และ 10.24×10^8 conidia ตามลำดับ และจากตารางที่ 3 จะเห็นว่าสารละลายซิลิคอนมีผลในการยับยั้งการสร้าง macroconidia ที่อายุ 15 วัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเช่นกัน โดยมีปริมาณ macroconidia เป็น 4.475×10^7, 3.134×10^7, 2.363×10^7, 1.872×10^7, 1.76×10^7, 1.38×10^7 และ 1.08×10^7 conidia/ml ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าสารละลายซิลิคอนจะมีผลในการยับยั้งการสร้าง macroconidia ที่อายุ 15 วัน ชัดเจนกว่าที่อายุ 7 วัน

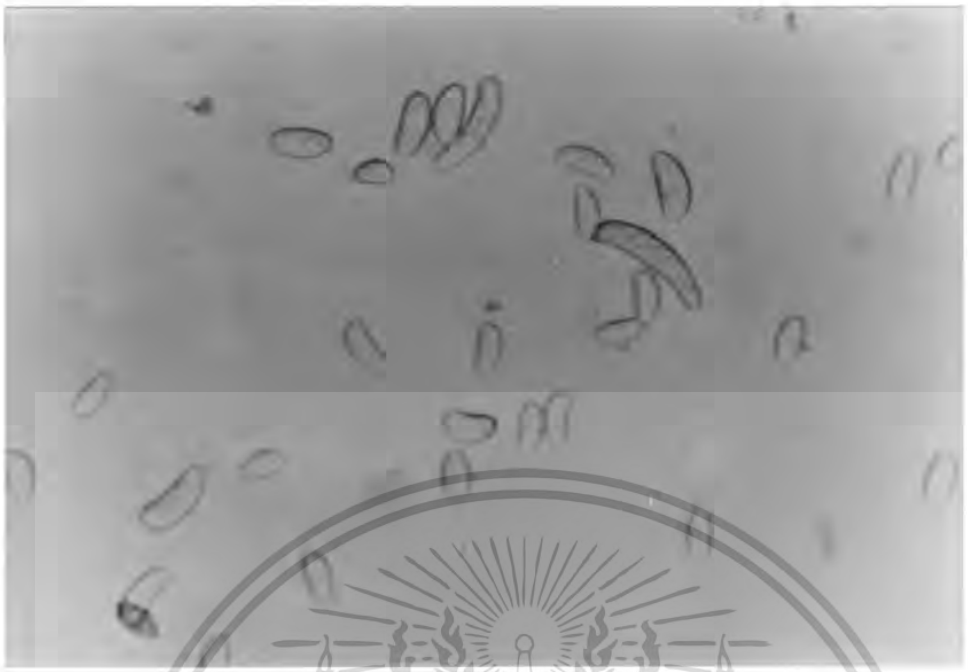
ตารางที่ 3 ปริมาณของ microconidia และ macroconidia ของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* บนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอน ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่อายุ 7 และ 15 วัน

ความเข้มข้นของ Si (ppm)	เชื้อรา *Fusarium oxysporum*			
	ปริมาณ microconidia[1/] (conidia/ml)		ปริมาณ macroconidia (conidia/ml)	
	ที่ 7 วัน ($x10^7$)	ที่ 15 วัน ($x10^8$)	ที่ 7 วัน ($x10^6$)	ที่ 15 วัน ($x10^7$)
0	6.000 a	2.377 a	7.700 a	4.475 a[2/]
100	4.730 b	2.084 b	5.600 ab	3.134 b
500	4.200 c	1.737 c	5.300 ab	2.363 c
1000	3.340 d	1.706 c	4.500 bc	1.872 d
2000	2.770 e	1.469 d	4.200 bc	1.760 de
2500	2.370 ef	1.162 e	3.700 bc	1.380 ef
3000	1.920 f	1.024 f	1.800 c	1.080 f

1/ ค่าเฉลี่ย 5 ซ้ำ

2/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ treatment mean แบบ Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 ลักษณะของปริมาณ microconidia ของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* ที่อายุ 7 วัน ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 0 ppm (กำลังขยาย 400 เท่า)

2.2.2 ศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อ microconidia ของเชื้อบนอาหาร WA

2.2.2.1 เปอร์เซ็นต์การงอกของ microconidia

จากการทดลองใช้สารละลายซิลิคอนระดับความเข้มข้นต่างๆ ผสมในอาหาร WA เพื่อทดสอบการงอกของ germ tube ของ microconidia พบว่า microconidia ของ control จะเริ่มงอก เมื่อเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมง และที่ชั่วโมงที่ 3 นี้ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm ก็เริ่มงอกด้วย แต่เปอร์เซ็นต์การงอกจะลดลงตามลำดับ และมีความแตกต่างทางสถิติ จากตารางที่ 4 จะเห็นว่า ในชั่วโมงที่ 3-5 จะเห็นความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การงอกไม่ชัดเจนมากนัก ความแตกต่างจะชัดเจนมากขึ้น ในชั่วโมงที่ 6-8 และในชั่วโมงที่ 9 control และ 100 ppm microconidia งอกครบ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเวลาผ่านไป 10 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์การงอกของ germ tube ก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ คือ control, 100 และ 500 ppm งอกครบ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ความเข้มข้นอื่นๆ ก็ทยอยกันงอกเพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่าสารละลายซิลิคอน ไม่มีผลในการฆ่าหรือหยุดการงอกของ germ tube แต่สารละลายซิลิคอน จะมีผลในการชะลอการงอกของ germ tube ของ microconidia ให้ช้าลง ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 4 ในชั่วโมงที่ 10 control งอก 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ที่ 3000 ppm งอกเพียง 72.50 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า ที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm มีประสิทธิภาพในการชะลอการงอกของ germ tube ของ microconidia ได้ดีที่สุด (ตารางที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การงอก germ tube ของ microconidia ของเชื้อ *Fusarium oxysporum* บนอาหาร WA ซึ่งผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (โดยทำการตรวจนับทุกชั่วโมง)

ความเข้มข้นของ Si	เปอร์เซ็นต์การงอกของ microconidia ของ *Fusarium oxysporum* (ตรวจนับทุกชั่วโมง) [1/]									
(ppm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0.00	0.00	11.25 a	35.75 a	66.25 a	77.50 a	91.25 a	98.75 a	100.00 a	100.00 a [2/]
100	0.00	0.00	8.25 ab	29.50 b	60.00 a	66.25 b	78.75 b	93.00 b	100.00 a	100.00 a
500	0.00	0.00	6.00 bc	26.75 b	48.75 b	59.00 c	74.75 b	83.75 c	94.25 b	100.00 a
1000	0.00	0.00	4.75 cd	22.25 c	44.50 b	54.22 c	66.75 c	77.25 d	88.50 c	97.25 a
2000	0.00	0.00	3.75 cd	16.75 d	37.50 c	46.00 d	55.50 d	67.00 e	80.25 d	84.25 b
2500	0.00	0.00	3.00 cd	12.25 e	29.75 d	40.75 e	49.25 e	59.50 f	71.00 e	77.75 c
3000	0.00	0.00	2.00 d	10.50 e	24.00 d	35.25 f	44.00 e	51.75 g	66.75 f	72.50 d

[1/] ค่าเฉลี่ย 10 ซ้ำ

[2/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ treatment mean แบบ Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

2.2.2.2 ขนาดความยาว germ tube ของ microconidia ที่อายุ 9 ชั่วโมง

จากการทดลองซึ่งต่อเนื่องจากข้อ 2.2.2.1 การวัดขนาด germ tube ของ microconidia เมื่อ control งอก 100 เปอร์เซ็นต์ (เมื่อการทดสอบผ่านไป 9 ชั่วโมง) พบว่าสารละลายซิลคอน มีผลในการทำให้การงอกของ germ tube ช้าลง คือเมื่อระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนเพิ่มขึ้น ขนาดความยาวของ germ tube ของ microconidia จะสั้งลงตามลำดับ คือ ที่ระดับความเข้มข้น 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm มีขนาดความยาวของ germ tube เป็น 126.5, 100, 88, 72.5, 55.5, 52 และ 51 ไมครอน ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามที่ระดับความเข้มข้น 2000, 2500 และ 3000 ppm ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ฉะนั้นทั้ง 3 ระดับความเข้มข้นดังกล่าว จึงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกได้ดีที่สุด (ตารางที่ 5) และจากภาพที่ 4 และ 5 เป็นลักษณะของ germ tube ของ microconidia จะสังเกตุได้ว่า ภาพ ก. (control) จะมีขนาดความยาว germ tube ยาวที่สุด และยาวกว่าที่ระดับความเข้มข้นอื่นๆ (100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm) ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ขนาดความยาว germ tube ของ microconidia ของเชื้อ *Fusarium oxysporum* บนอาหาร WA ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ทำการตรวจวัดเมื่ออายุ 9 ชั่วโมง)

ความเข้มข้น Si (ppm)	ขนาดความยาว germ tube ของ microconidia ของเชื้อ *Fusarium oxysporum* (ไมครอน)[1/]
0	126.50 a[2/]
100	100.00 b
500	88.00 c
1000	72.50 d
2000	55.50 e
2500	52.00 e
3000	51.00 e

1/ ค่าเฉลี่ย 20 ซ้ำ

2/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ treatment mean แบบ Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ศึกษาอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนต่อ macroconidia ของเชื้อบนอาหาร WA

2.2.3.1 เปอร์เซ็นต์การงอกของ macroconidia

จากการทดลองซึ่งเหมือนในข้อ 2.2.2.1 ใช้สารละลายซิลิคอนผสมในอาหาร WA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เพื่อทดสอบการงอกของ germ tube ของ macroconidia พบว่า macroconidia ของ control จะเริ่มงอก เมื่อเวลาผ่านไป 4 ชั่วโมง และในชั่วโมงที่ 4 เปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 10.5, 7.75, 4, 1.75, 1.25, 0 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นว่า ที่ระดับความเข้มข้น 2500 และ 3000 ppm macroconidia ยังไม่งอก และมีความแตกต่างทางสถิติ จากตารางที่ 6 จะพบว่าในชั่วโมงที่ 10 control งอกครบ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเวลาผ่านไปเปอร์เซ็นต์การงอกของ germ tube ก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แสดงว่าสารละลายซิลิคอน มีผลการชะลอการงอกของ germ tube ของ macroconidia ให้งอกได้ช้าลง ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 5 ในชั่วโมงที่ 10 control งอก 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ที่ 3000 ppm งอกเพียง 57 เปอร์เซ็นต์ ฉะนั้นที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm มีประสิทธิภาพในการชะลอการงอกของ germ tube ของ macroconidia ได้ดีที่สุด (ตารางที่ 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์การงอก germ tube ของ macroconidia ของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* บนอาหาร WA ซึ่งผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (โดยทำการตรวจนับทุกชั่วโมง)

ความเข้มข้นของ Si	เปอร์เซ็นต์การงอกของ macroconidia ของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* (ตรวจนับทุกชั่วโมง) [1/]									
(ppm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0.00	0.00	0.00	10.50 a	19.75 a	50.25 a	62.00 a	84.25 a	97.25 a	100.00 a [2/]
100	0.00	0.00	0.00	7.75 b	16.00 b	38.00 b	45.25 b	66.00 b	81.75 b	96.75 ab
500	0.00	0.00	0.00	4.00 c	14.25 b	30.75 c	34.25 c	54.00 c	75.75 c	95.25 b
1000	0.00	0.00	0.00	1.75 d	10.50 c	25.75 d	29.25 d	47.00 d	65.75 d	86.75 c
2000	0.00	0.00	0.00	1.25 de	7.50 d	18.00 e	24.00 e	41.25 e	58.00 e	75.75 d
2500	0.00	0.00	0.00	0.00 e	3.75 e	15.25 e	20.25 ef	37.00 e	44.25 f	64.25 e
3000	0.00	0.00	0.00	0.00 e	2.50 e	10.75 f	17.00 f	26.25 f	36.25 g	57.00 f

[1/] ค่าเฉลี่ย 10 ซ้ำ

[2/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ treatment mean แบบ Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

2.2.3.2 ขนาดความยาว germ tube ของ macroconidia ที่อายุ 10 ชั่วโมง

จากการทดลองซึ่งต่อเนื่องจากข้อ 2.2.2.1 การวัดขนาด germ tube ของ macroconidia จะกระทำเมื่อ control งอกครบ 100 เปอร์เซ็นต์ (เมื่อการทดสอบผ่านไป 10 ชั่วโมง) ซึ่งพบว่าสารละลายซิลิคอน มีผลในการทำให้การงอกของ germ tube ช้าลง คือเมื่อระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนเพิ่มขึ้น ขนาดความยาวของ germ tube ของ macroconidia จะสั้นลงตามลำดับ คือ ที่ระดับความเข้มข้น 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm มีขนาดความยาวของ germ tube เป็น 181.5, 169.5, 153, 145.5, 131.5, 128.5 และ 126.5 ไมครอน ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม ที่ระดับความเข้มข้น 2000, 2500 และ 3000 ppm ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ฉะนั้นทั้ง 3 ระดับความเข้มข้นดังกล่าว จึงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกได้ดีที่สุด (ตารางที่ 7)

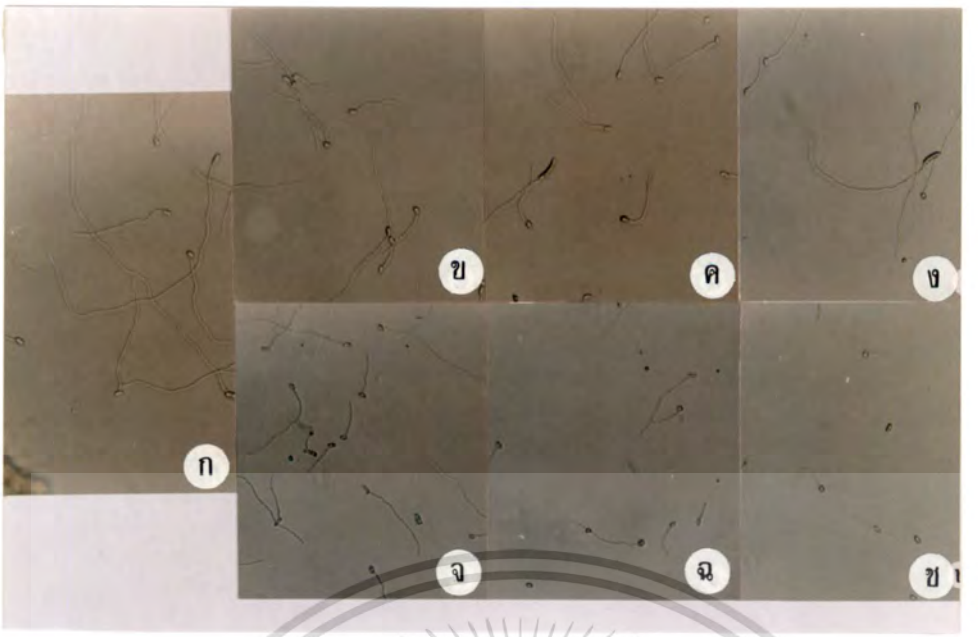
ตารางที่ 7 ขนาดความยาว germ tube ของ macroconidia ของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* บนอาหาร WA ผสมสารละลายซิลิคอน ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ทำการตรวจวัดเมื่ออายุ 10 ชั่วโมง)

ความเข้มข้น Si (ppm)	ขนาดความยาว germ tube ของ macroconidia ของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* (ไมครอน)[1/]
0	181.50 a[2/]
100	169.50 b
500	153.00 c
1000	145.50 c
2000	131.50 d
2500	128.50 d
3000	126.50 d

1/ ค่าเฉลี่ย 20 ซ้ำ

2/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ treatment mean แบบ Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 ลักษณะ germ tube ของ microconidia ของเชื้อ *Fusarium oxysporum* (ก, ข, ค, ง, ฉ และ ช) ที่เจริญบนอาหาร WA ที่ผสมสารละลายซิลิคอนในระดับความเข้มข้น 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm ตามลำดับ (กำลังขยาย 100 เท่า)

ภาพที่ 5 ลักษณะ germ tube ของ microconidia ของเชื้อ *Fusarium oxysporum* (ก, ข, ค, ง, ฉ และ ช) ที่เจริญบนอาหาร WA ที่ผสมสารละลายซิลิคอนในระดับความเข้มข้น 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm ตามลำดับ (กำลังขยาย 400 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (0, 100, 500, 1000, 2000 และ 3000 ppm) ที่มีต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *F. oxysporum* ทางด้าน vegetative growth และ reproductive growth พบว่าสารละลายซิลิคอนมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา ทั้ง 2 ด้านดังกล่าว อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ในการศึกษาทางด้าน vegetative growth โดยทดสอบบนอาหาร PDA และในอาหาร PDB พบว่าสารละลายซิลิคอน ทุกความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *F. oxysporum* คือเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน การเจริญของเส้นใยของเชื้อราจะลดลงตามลำดับ โดยบนอาหาร PDA ดูจากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีและดูความฟูของเชื้อในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ และในอาหาร PDB ดูจากน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเชื้อรา จากการทดสอบบนอาหารทั้ง 2 ชนิดดังกล่าว พบว่าสารละลายซิลิคอน ที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง vegetative growth ของเชื้อได้ดีที่สุด ซึ่งจากการทดลองทั้งสองการทดลองได้ผลสอดคล้องกัน แต่อย่างไรก็ตาม การทดสอบในอาหาร PDB จะเห็นความแตกต่างของการเจริญของเชื้อราชัดเจนกว่าที่ทดสอบบนอาหาร PDA เนื่องจากบนอาหาร PDA เชื้อจะเจริญอยู่ในอาหารวุ้น ทำให้ไม่สามารถวัดการเจริญเติบโตของเชื้อได้ทั้งหมด แต่การทดสอบในอาหาร PDB โดยการชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเชื้อรา ทำให้ทราบน้ำหนักสุทธิของโคโลนีของเชื้อรา

สำหรับการศึกษาทางด้าน reproductive growth โดยนับเปอร์เซ็นต์การงอกของ microconidia และ macroconidia และวัดขนาดความยาวของ germ tube ของ microconidia และ macroconidia พบว่าสารละลายซิลิคอนมีผลต่อการชะลอการงอกของ conidia ทั้ง 2 ประเภท และยังมีผลทำให้ germ tube มีขนาดสั้นลงด้วย

จากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้น ไม่สามารถนำไปเปรียบเทียบ หรือสนับสนุนกับผลการทดลองของนักวิชาการท่านอื่นได้ เพราะเท่าที่ผ่านมาในต่างประเทศ ส่วนใหญ่จะทำการทดลองเกี่ยวกับกับการใช้สารละลายซิลิคอนในการป้องกันกำจัดโรคพืช โดยทำการทดสอบกับพืชโดยตรง (Miyake and Takahashi, 1983; Carver *et al*., 1987; Menzies *et al*., 1991; Cherif and Belanger, 1992; Belanger *et al*., 1995) แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีนักโรคพืชบางท่าน ที่ทำการศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีต่อเชื้อราโดยตรง ซึ่งในการทดลองนี้ได้ผลสอดคล้องกับการทดลองของ Samuels *et al*. (1991a, 1991b) ที่ทำการทดสอบกับเชื้อ *Sphaerotheca fuliginea* สาเหตุโรค powdery mildew ในแตงกวา โดยใช้ potassium silicate ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm รายงานว่า ซิลิคอนจะถูกสะสมอยู่ใน conidia ของเชื้อที่กำลังงอก และ conidia ดังกล่าวจะมี germ tube สั้น แต่ซิลิคอนจะไม่มีผลไปลดจำนวน conidia ที่กำลังงอก และสำหรับโคโลนีของเชื้อบนใบพืช ที่ถูก treat ด้วยซิลิคอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีขนาดเล็ก และการเจริญของเส้นใย (hyphal growth) จะน้อยเมื่อเทียบกับโคโลนีของเชื้อที่เจริญบนพืชที่ไม่ถูก treat ด้วยซิลิคอน

จากการทดลองนี้ นับว่าประสบความสำเร็จในห้องปฏิบัติการ ซึ่งน่าจะมีการศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสมไปประยุกต์ใช้ในสภาพไร่ เพื่อเป็นการลดปริมาณการใช้สารเคมี ที่ใช้ในการป้องกันกำจัดเชื้อราสาเหตุโรคพืช ซึ่งมีผลตกค้างเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และเกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม การนำสารละลายซิลิคอนมาใช้ในการป้องกันกำจัดนี้ เป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้มนุษย์ปลอดภัยจากพิษภัยของสารเคมี และไม่เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้น การควบคุมโรคพืชโดยวิธีนี้ จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่น่าจะนำไปใช้ร่วมกับการควบคุมโรคพืชแบบผสมผสาน (integrated disease control) ได้ต่อไป

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีต่อเชื้อรา *F. oxysporum* ทั้งทางด้าน vegetative growth และ reproductive growth พบว่าสารละลายซิลิคอน มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. oxysporum* ทั้งสองด้าน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยมีผลยังยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราบนอาหาร PDA และในอาหาร PDB โดยบนอาหาร PDA ที่ผสมสารละลายซิลิคอน ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเป็น 1.22, 2.45, 3.34, 5.23, 5.68 และ 6.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ทางด้าน reproductive growth สารละลายซิลิคอน จะมีผลในการยับยั้งการสร้างปริมาณ microconidia และ macroconidia บนอาหาร PDA และชะลอการงอกของ germ tube ของ microconidia และ macroconidia ทำให้งอกช้าลง แล้วยังมีผลทำให้ขนาด germ tube ของ microconidia และ macroconidia สั้นลงด้วย

จากการทดลองพบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนที่ 3000 ppm มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา ทั้งทางด้าน vegetative growth และ reproductive growth ได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 3 การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายซิลิคอน ในการป้องกันกำจัดโรคของแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ประมวลผลการศึกษาจากส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 ร่วมกับรายงานต่างประเทศเกี่ยวกับการใช้สารละลายซิลิคอนในการป้องกันกำจัดโรคพืช นำผลดังกล่าวมาปรับใช้ในการทดลองส่วนที่ 3 นี้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดโรคของแตงกวาพันธุ์ผลยาว รวมทั้งเพื่อพัฒนาศักยภาพการปลูกแตงกวาดังกล่าวในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ recirculating system จำนวน 3 units
2. วัสดุปลูก rockwool
3. สารละลายธาตุอาหารพืช สูตรดัดแปลงจากเบลเยี่ยม (พรหมมาศ และคณะ, 2539)
4. เมล็ดพันธุ์แตงกวาผลยาว (พันธุ์ Jessica และ Ventura)
5. เครื่องวัดความเข้มข้นของสารละลาย (EC-meter)
6. เครื่องวัดสภาพความเป็นกรดเป็นด่าง (pH-meter)
7. Hand Refractometer

วิธีการ

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 3 x 2 factorial in RCB กรรมวิธีละ 18 ซ้ำ โดยปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน 3 ระดับ ได้แก่ 0, 100 และ 200 ppm และปัจจัย B คือ พันธุ์แตงกวาผลยาว 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ Jessica และ Ventura

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปลูกพืช

ทำการเพาะเมล็ดแตงกวาผลยาวทั้ง 2 พันธุ์ ในก้อนวัสดุปลูก rockwool ขนาด 7.5 x 7.5 x 7.5 เซนติเมตร โดยวางเมล็ดหันทางด้านปลายลงข้างล่าง รดน้ำให้ชุ่มแต่ระวังอย่าให้แฉะ เมื่อต้นกล้าอายุ 7 วัน เริ่มรดด้วยสารละลายธาตุอาหารพืชความเข้มข้น 2.0 mS/cm. ระดับ pH ประมาณ 5.6-6.0 จนกระทั่งต้นกล้าอายุ 14 วัน จึงนำลงปลูกในระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดิน

นำต้นกล้าแตงกวาผลยาวทั้ง 2 พันธุ์ พร้อมก้อนเพาะกล้า ย้ายลงปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบใช้ rockwool เป็นวัสดุปลูก จำนวน 3 units unit ละ 36 ต้น (พันธุ์ Jessica 18 ต้น และพันธุ์ Ventura 18 ต้น) แต่ละ unit จะให้สารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอน (sodium silicate ; $Na_2Si_3O_7$; a.i. ~27%) ความเข้มข้น 0, 100 และ 200 ppm ให้สารละลายธาตุอาหารพืชครั้งละประมาณ 2 นาที โดยให้ 2 ครั้งต่อชั่วโมง เริ่มตั้งแต่ 5.00-18.00 น. สารละลายธาตุอาหารพืชที่ให้มีค่าความเข้มข้นอยู่ในระหว่าง 3.0-3.5 mS/cm. pH โดยประมาณ 5.6-6.0

ในระหว่างการปลูกแตงกวาผลยาวนี้ จะทำการตรวจหาปริมาณเชื้อสาเหตุโรคพืชที่เป็น water-borne (*Phytophthora* spp. และ *Pythium* spp.) ที่อาจปนเปื้อนเข้ามาในระบบ โดยวิธี baiting technique ร่วมกับ selective media ร่วมกับ secective media (รายละเอียดดังที่ได้กล่าวแล้วในการศึกษาส่วนที่ 1) รวมทั้งตรวจสอบโรคต่างๆ ที่เกิดกับต้นแตงกวา พร้อมทั้งวินิจฉัยสาเหตุโรคด้วย

เมื่อต้นแตงกวาเจริญเติบโตถึงระยะการให้ผลผลิต (ภาพที่ 1) ทำการเก็บผลไว้ต้นละ 2 ผล [ซึ่งจากรายงานของ พรหมมาศ และคณะ (2539) ที่ทำการทดลองในสถานที่เดียวกัน สามารถเก็บผลผลิตได้เพียง 1 ผลต่อต้นเท่านั้น] และเก็บเกี่ยวผลผลิตหลังจากดอกบานได้ 17 วัน

หมายเหตุ : การทดลองในส่วนที่ 3 นี้ มีวัตถุประสงค์หลักที่จะศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายซิลิคอนในการป้องกันกำจัดโรคที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติกับแตงกวาพันธุ์ผลยาวเท่านั้น ดังนั้นจะไม่มีการปลูกเชื้อสาเหตุโรคพืชลงไปในระบบปลูกพืชนี้โดยเด็ดขาด เพื่อรักษาให้ระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนี้เป็นระบบที่สะอาดและปลอดโรคมากที่สุด

การบันทึกข้อมูล

1. การตรวจหาปริมาณเชื้อสาเหตุโรคพืชที่เป็น water-borne (*Phytophthora* spp. และ *Pythium* spp.) ที่อาจปนเปื้อนเข้ามาในระบบปลูกพืช

2. โรคต่างๆ ที่เกิดกับต้นแตงกวาผลยาว พร้อมทั้งวินิจฉัยสาเหตุโรค

3. ด้านการเจริญเติบโต ทำการบันทึกความสูง อายุออกดอก อายุเก็บเกี่ยว น้ำหนักต้นสดและต้นแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ด้านผลผลิต ทำการบันทึกจำนวนผลผลิต ขนาดของผล (ความยาว เส้นผ่าศูนย์กลางและน้ำหนักผล) และความหวานของผล

ผลการทดลอง

1. การตรวจหาปริมาณเชื้อสาเหตุโรคพืชที่เป็น water-borne (*Phytophthora* spp. และ *Pythium* spp.) ที่อาจปนเปื้อนเข้ามาในระบบปลูกพืช

จากการตรวจหาปริมาณเชื้อ *Phytophthora* spp. และ *Pythium* spp. ในสารละลายธาตุอาหาร ที่ผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นแตกต่างกัน 3 ระดับ โดยวิธี baiting technique ร่วมกับ selective media โดยทำการตรวจหาเชื้อดังกล่าวทุกครั้งก่อนการเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหาร รวมทำการตรวจหาเชื้อทั้งหมด 20 ครั้งตลอดการทดลอง พบว่าตลอดการทดลองไม่พบเชื้อรา *Phytophthora* spp. ปนเปื้อนในสารละลายเลย แต่พบเชื้อรา *Pythium* spp. ใน 3 ครั้งแรกของการตรวจหาเชื้อ (ตารางที่ 1)

การที่ไม่พบเชื้อราทั้ง 2 ชนิด ในระหว่างการทดลองนั้น อาจเป็นสาเหตุมาจากที่ในระหว่างการดำเนินการทดลองนั้น จะล้างวัสดุปลูกด้วยน้ำสะอาดเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ก่อนการเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารใหม่ จากนั้นนำน้ำที่ล้างนั้นทิ้งไป แล้วจึงเติมสารละลายธาตุอาหารชุดใหม่ลงไป ซึ่งการกระทำดังกล่าวอาจจะช่วยชะล้างชิ้นส่วนของเชื้อโรคออกไปจากระบบได้

2. โรคต่างๆ ที่เกิดกับต้นแตงกวาผลยาว พร้อมทั้งวินิจฉัยสาเหตุโรค

จากการตรวจสอบโรคต่างๆ ที่เกิดกับต้นแตงกวาผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินและได้รับสารละลายธาตุอาหารผสมสารละลายซิลิคอนเข้มข้น 3 ระดับ ตลอดการทดลองพบว่า ต้นแตงกวาทุกต้นในทุก treatment ไม่แสดงอาการเป็นโรคโคนเน่ารากเน่าเลย (ซึ่งสอดคล้องกับผลในข้อ 1) แต่อย่างไรก็ตามยังตรวจพบต้นที่แสดงอาการผิดปกติอื่นๆ อีก 4 ต้น คือ เป็นโรคเหี่ยว 1 ต้น (เกิดจากเชื้อ *Fusarium* sp.) และเป็นโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสอีก 3 ต้น ต้นที่เป็นโรคดังกล่าวนี้ถูกตรวจพบในกรรมวิธีเปรียบเทียบ (Si 0 ppm) เท่านั้น และถูกตรวจพบในระยะที่ต้นแตงกวามีอายุประมาณ 42 วัน (ตารางที่ 2)

จะเห็นได้ว่า จากการที่ไม่พบต้นแตงกวาเป็นโรคโคนเน่ารากเน่าเลย ในขณะที่ตรวจพบการปนเปื้อนของเชื้อ *Pythium* spp. ในระบบ (ในปริมาณน้อยมาก คือ 1-2 CFU/20 มล.) ในช่วงต้นฤดูปลูก (21-31 วัน) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะต้นแตงมีความแข็งแรงมากพอที่จะทนทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อนั้นได้ หรือเชื้อดังกล่าวที่ตรวจพบอาจจะไม่ใช่สายพันธุ์รุนแรงที่จะก่อให้เกิดโรคได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่น่าจะนำมาพิจารณาอีกข้อหนึ่ง คือ ต้นที่แสดงอาการโรคที่ตรวจพบในการทดลองนี้ทั้งหมด (4 ต้น) มาจากกรรมวิธีเปรียบเทียบ ซึ่งไม่ได้รับสารละลายซิลิคอนเลย (ตารางที่ 2) ดังนั้นน่าจะพอสรุปได้ว่าสารละลายซิลิคอนน่าจะมีส่วนช่วยในการลดปริมาณการเกิดโรคแก่ต้นแตงกวาดังกล่าวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน โดยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่พืช

3. ด้านการเจริญเติบโตของแตงกวาผลยาว

จากการศึกษาพบว่า พันธุ์ของแตงกวา (ปัจจัย B) ไม่ได้มีผลต่อความแตกต่างทางด้านการเจริญเติบโต (เช่น ความสูง อายุออกดอก และอายุเก็บเกี่ยว) ของต้นแตงกวาผลยาวในทุก treatment-combination แต่ความแตกต่างใน treatment-combination ที่เกิดขึ้นนั้น เป็นผลมาจากปัจจัย A คือ ระดับของสารละลายซิลิคอน โดยพบว่าสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm จะมีอิทธิพลส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตของแตงกวาให้มีความสูงเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นแตงกวาในกรรมวิธีเปรียบเทียบและที่ได้รับสารละลายซิลิคอนเข้มข้น 200 ppm โดยความแตกต่างจะเห็นได้อย่างชัดเจนเมื่อต้นแตงกวามีอายุได้ 44 วัน (สูง 261.7 ซม. ในพันธุ์ Jessica และ 278.9 ซม. ในพันธุ์ Ventura) อย่างไรก็ตามอิทธิพลดังกล่าวของสารละลายซิลิคอน ไม่ได้ส่งผลถึงอายุออกดอก ในทางตรงข้ามต้นแตงกวาที่ได้รับสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm จะมีอายุออกดอกที่ล่าช้าไปกว่าสิ่งทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (53 วัน ในพันธุ์ Jessica และ 51 วัน ในพันธุ์ Ventura) ทำให้กำหนดวันที่จะเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตล่าช้าตามไปด้วย (70 วัน ในพันธุ์ Jessica และ 68 วัน ในพันธุ์ Ventura) สำหรับในด้านน้ำหนักต้นสดและต้นแห้งนั้น พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธีทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3

4. ด้านผลผลิตของแตงกวาผลยาว

จากตารางที่ 4 จะพบว่าสารละลายซิลิคอนทั้ง 2 ระดับความเข้มข้น ไม่ได้มีอิทธิพลต่อขนาดและน้ำหนักของผลผลิตแต่อย่างใด เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีเปรียบเทียบ อย่างไรก็ตามความแตกต่างของขนาดผลแตงกวาที่พอจะตรวจพบได้บ้างกลับเป็นผลมาจากอิทธิพลของพันธุ์แตงกวาที่แตกต่างกัน (ผลแตงกวาพันธุ์ Jessica จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่าผลแตงกวาพันธุ์ Ventura อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) จากการทดลองครั้งนี้ผลดีหรือประโยชน์เด่นชัดที่ได้รับจากการใช้สารละลายซิลิคอน ก็คือ สารละลายซิลิคอนจะมีผลทำให้ต้นแตงกวาสามารถไว้จำนวนผลผลิตต่อต้นได้ตรงตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ คือ 2 ผลต่อต้น (กำหนดเพิ่มจากการทดลองเดิมที่เก็บผลผลิตได้ 1 ผลต่อต้น เท่านั้น) และน้ำหนักของผลทั้ง 2 มีขนาดใกล้เคียงกัน (336.1-366.5 กรัมต่อผล ในผลที่ 1 และ 331.2-353.2 กรัมต่อผล ในผลที่ 2) ซึ่งใกล้เคียงกับที่ปลูกเป็นการค้าในต่างประเทศ (Benoit, 1992) ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะที่ต้นแตงกวาในกรรมวิธีเปรียบเทียบจะมีเพียงบางต้นเท่านั้นที่ได้ผลผลิต 2 ผลต่อต้น ตามจำนวนที่กำหนดไว้ (ภาพที่ 1 และ 2)

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณเชื้อรา *Phytophthora* spp. และ *Pythium* spp. (CFU/20 มล.) ที่ตรวจพบในสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ ระหว่างการปลูกแตงกวาผลยาวในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ความเข้มข้นของ Si (ppm)	เชื้อรา	ปริมาณเชื้อรา (CFU/20 มล.) ที่ตรวจพบในสารละลายธาตุอาหารในช่วงต่างๆ						
		ระยะ vegetative growth ของแตงกวา (21-41 วัน) [1/]					ระยะ reproductive growth ของแตงกวา (44-86 วัน) [2/]	
		ครั้งที่	1	2	3	4	5	6 → 20
0	*Phytophthora*		*	*	*	*	*	*
	Pythium		2	1.4	1.0	*	*	*
100	*Phytophthora*		*	*	*	*	*	*
	Pythium		2	1.6	0.8	*	*	*
200	*Phytophthora*		*	*	*	*	*	*
	Pythium		2	1.2	1.0	*	*	*

[1/] เริ่มงานทดลองเมื่อต้นแตงกวาอายุ 21 วัน และทำการตรวจหาเชื้อทุก 5 วัน

[2/] ทำการตรวจหาเชื้อทุก 3 วัน

* ไม่พบเชื้อ

ตารางที่ 2 แสดงโรคและเชื้อสาเหตุที่พบในต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาว ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน และได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ กัน

ความเข้มข้นของ Si (ppm)	โรค	เชื้อสาเหตุ	จำนวน (ต้น)
0	ไวรัส	ไวรัส	3
	เหี่ยว	*Fusarium*	1
100	-	-	-
200	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ความสูง อายุออกดอก อายุเก็บเกี่ยว น้ำหนักต้นสดและต้นแห้งของแตงกวาผลยาว 2 พันธุ์ ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน และได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นของ Si (ppm)	พันธุ์	ความสูง (ซม.)		อายุออกดอก (วัน)	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	น้ำหนักต้น (กรัม)	
		42 วัน	44 วัน			ต้นสด	ต้นแห้ง
0	Jessica	228.5	254.9 b[1/]	48 a[1/]	65 a[1/]	170.8	20.9
	Ventura	235.8	258.2 b	48 a	65 a	171.6	20.5
100	Jessica	229.9	261.7 b	53 b	70 b	172.4	21.5
	Ventura	245.4	278.9 a	51 ab	68 ab	176.8	21.8
200	Jessica	229.8	256.7 b	48 a	65 a	172.4	21.8
	Ventura	226.7	256.1 b	48 a	65 a	171.4	21.6
ระดับความเข้มข้น (ปัจจัย A)		ns	**	**	**	ns	ns
พันธุ์ (ปัจจัย B)		ns	ns	ns	ns	ns	ns
A x B		ns	ns	ns	ns	ns	ns

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 จำนวนผลผลิตต่อต้น น้ำหนักผลเฉลี่ย และขนาดผลของแตงกวาผลยาว 2 พันธุ์ ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน และได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชผสมสารละลายความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นของ Si (ppm)	พันธุ์	จำนวนผลผลิตต่อต้น (ผล)	น้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม)		ขนาดผล			
					เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.)		ความยาวผล (ซม.)	
			ผลที่ 1	ผลที่ 2[2/]	ผลที่ 1	ผลที่ 2[2/]	ผลที่ 1	ผลที่ 2[2/]
0	Jessica	*	366.5	337.8	4.43 a[1/]	4.17	30.92	28.84
	Ventura	*	362.7	331.2	4.05 b	4.09	30.86	32.33
100	Jessica	2	365.3	335.3	4.23 a	4.04	30.46	28.46
	Ventura	2	356.2	351.3	4.13 b	4.16	31.58	31.54
200	Jessica	2	362.7	353.2	4.13 b	4.06	29.60	29.38
	Ventura	2	336.1	339.2	3.91 b	4.06	29.31	30.33
ระดับความเข้มข้น (ปัจจัย A)		-	ns	-	ns	-	ns	-
พันธุ์ (ปัจจัย B)		-	ns	-	*	-	ns	-
A x B		-	ns	-	ns	-	ns	-

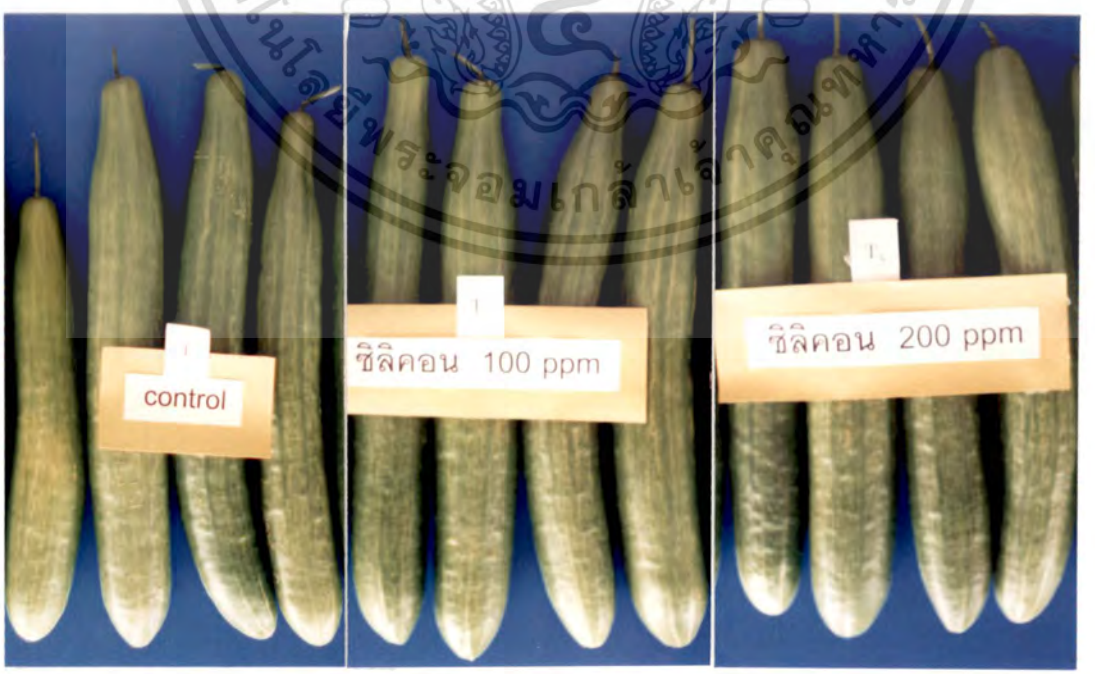
* มีเพียงบางต้นเท่านั้นที่สามารถเก็บผลผลิตได้ 2 ผลต่อต้น (28 ผลต่อต้นในพันธุ์ Jessica; 31 ผลต่อต้นในพันธุ์ Ventura)

1/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2/ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ไม่สามารถเปรียบเทียบทางสถิติได้ เนื่องจากจำนวนผลในกรรมวิธีเปรียบเทียบได้ไม่ตรงตามกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1 ต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ผสมสารละลายซิลิคอน 200 ppm



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากการทดลองที่ผสมสารละลายซิลิคอน 200 ppm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนในการป้องกันกำจัดโรคของแตงกวาผลยาว และเพื่อพัฒนาศักยภาพการปลูกแตงกวายุโรปในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน สรุปได้ว่า สารละลายซิลิคอนที่ 100 ppm มีผลในการลดปริมาณการเกิดโรค อีกทั้งจะมีบทบาทโดยตรงในการเพิ่มความสูงและจำนวนผลผลิตต่อต้นให้แก่ต้นแตงกวา เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีเปรียบเทียบและได้รับสารละลายซิลิคอนเข้มข้น 200 ppm แต่ไม่มีผลต่อการเพิ่มขนาดและน้ำหนักของผลผลิต

แม้ว่าจากการทดลองครั้งนี้พบว่า ต้นแตงกวามีความสูงมากกว่าที่ได้มีรายงานในการทดลองที่ผ่านมาซึ่งทำการปลูกในสถานที่เดียวกันโดย พรหมมาศ และคณะ (2539) (ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากความแตกต่างในด้านพันธุ์) อีกทั้งสารละลายซิลิคอนความเข้มข้น 100 ppm เองก็มีอิทธิพลส่งเสริมการเจริญเติบโตด้านความสูงให้แก่ต้นแตงกวาก็ตาม แต่อิทธิพลดังกล่าวกลับไม่ส่งผลให้ขนาดของผลผลิตที่ได้รับเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุมาจากการเข้าทำลายของไรแดงและเพลี้ยอ่อนในระหว่างการให้ผลผลิต อย่างไรก็ตามผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ผลดีจากการใช้สารละลายซิลิคอนที่เห็นได้อย่างชัดเจนที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองที่ผ่านมา (พรหมมาศ และคณะ, 2539) กล่าวคือ ต้นแตงกวายุโรปทุกต้นที่ได้รับสารละลายซิลิคอนสามารถได้จำนวนผลผลิตตามเป้าหมายที่กำหนดไว้คือ 2 ผลต่อต้น (ซึ่งมากกว่าการทดลองที่ผ่านมา) ในขณะที่กรรมวิธีเปรียบเทียบจะมีเพียงบางต้นเท่านั้นที่สามารถให้ผลแตงกวาได้ 2 ผล (ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากความไม่สมบูรณ์ของต้นแตงกวา เนื่องจากต้นแตงกวาบางต้นแสดงอาการเป็นโรคไวรัส โรคเหี่ยว และผลที่ได้รับบางผลก็แสดงอาการขาดธาตุอาหาร) ยิ่งไปกว่านั้นถ้าพิจารณาถึงน้ำหนักของผลแตงกวาทั้งสองที่ได้รับต่อต้น จะพบว่าน้ำหนักของผลทั้งสองมีความใกล้เคียงกัน (331.2-366.5 กรัม) และใกล้เคียงกับที่ปลูกเป็นการค้าในต่างประเทศ (Benoit, 1992) ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะใช้ประโยชน์จากสารละลายซิลิคอนเพื่อเพิ่มจำนวนผลผลิตต่อต้นให้มากขึ้นในการทดลองครั้งต่อไป และการที่ต้นแตงกวาที่ได้รับสารละลายซิลิคอนมีจำนวนผลผลิตเพิ่มขึ้นอาจเป็นเพราะต้นแตงกวามีความสมบูรณ์และแข็งแรงมากขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการที่ซิลิคอนไปมีส่วนช่วยลดปริมาณเชื้อก่อโรค ลด stress ของพืชที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงให้แก่พืชโดยทำให้ใบพืชตั้งขึ้นอยู่ในตำแหน่งที่รับแสงได้ดีขึ้นก็ได้ (Belanger *et al*., 1995) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าสารละลายซิลิคอนระดับความเข้มข้นที่ 200 ppm เป็นระดับความเข้มข้นที่สูงเกินไปในการที่จะนำมาใช้ เพราะนอกจากจะไม่มีผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นแตงกวาแตกต่างไปจากกรรมวิธีเปรียบเทียบแล้ว ยังมีแนวโน้มว่าผลผลิตที่ได้รับจะลดต่ำลงไปกว่าเดิม ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Menzies *et al*. (1992) ที่ได้ทำการทดลองในพืชชนิดเดียวกัน และให้สารวิธีเดียวกัน นอกจากนี้ในต้นแตงกวาที่ได้รับสารละลายซิลิคอนที่ความเข้มข้น 200 ppm จะแสดงอาการขอบใบไหม้ซึ่งเป็นอาการของใบที่ได้รับสารละลายเข้มข้นมากเกินไป และพบการสะสมของเกลือที่บริเวณรากมากกว่าต้นแตงกวาที่ได้รับสารละลายซิลิคอน 100 ppm อย่างเห็นได้ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนในการป้องกันกำจัดโรคของแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินพบว่า สารละลายดังกล่าวตั้งแต่ 1000 ppm ขึ้นไป มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* และ *Fusarium oxysporum* (ซึ่งเป็นสาเหตุโรคแก่แตงกวาดังกล่าว) ทั้งทางด้าน vegetative growth และ reproductive growth ในสภาพห้องปฏิบัติการ อย่างไรก็ตามระดับความเข้มข้นดังกล่าวค่อนข้างจะสูงเกินไป เมื่อจะนำมาใช้ในสภาพปลูกพืชจริง (เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานต่างประเทศ) ดังนั้นในงานวิจัยส่วนที่ 3 ซึ่งทดลองในสภาพปลูกจริง จึงลดความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนลงเป็น 100 และ 200 ppm และพบว่าสารละลายซิลิคอนความเข้มข้นดังกล่าว มีส่วนช่วยในการควบคุมการเกิดโรคได้เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีเปรียบเทียบ อีกทั้งผลดีจากการใช้สารละลายซิลิคอนที่เห็นได้อย่างชัดเจนที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองที่ผ่านมา คือ ต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ได้รับสารละลายซิลิคอนสามารถได้จำนวนผลผลิตตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ คือ 2 ผลต่อต้น (ซึ่งมากกว่าการทดลองที่ผ่านมา) ในขณะที่กรรมวิธีเปรียบเทียบจะมีเพียงบางต้นเท่านั้นที่สามารถให้ผลได้ 2 ผลต่อต้น ดังนั้นพอจะสรุปได้ว่า สารละลายซิลิคอนน่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่นำมาทดแทนการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราได้ ซึ่งทำให้ลดผลตกค้างของสารเคมีในพืชและสิ่งแวดล้อม และสอดคล้องกับกระแสโลกด้านการเกษตรแบบยั่งยืน (sustainable agriculture)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

ในการทดลองครั้งต่อไปน่าจะมีการศึกษาถึงเรื่องต่างๆ ต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบถึงความสามารถในการไว้ผลผลิตต่อต้นของแตงกวาพันธุ์ผลยาวที่ได้รับสารละลายซิลิคอน หรืออาจจะมีการศึกษาถึงวิธีการให้สารละลายซิลิคอนควบคู่ไปด้วย

2. ควรศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของสารละลายซิลิคอนที่มีต่อเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดต่างๆ ที่สามารถตรวจพบได้ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เพื่อหาข้อสรุปถึงกลไกการทำงานของสารละลายซิลิคอนได้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

3. ควรมีการนำสารละลายซิลิคอนมาใช้กับพืชชนิดอื่นๆ ที่ปลูกได้ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เพื่อเป็นการหาข้อสรุปถึงบทบาทของสารละลายซิลิคอนในการพัฒนาศักยภาพการผลิตพืชในระบบนี้

4. ควรปรับสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นแตงกวาพันธุ์ผลยาวเพื่อให้บทบาทของสารละลายซิลิคอน แสดงได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จิระเดช แจ่มสว่าง, วนิดา พงษ์ศักดิ์ชาติ และวรรณวิไล เกษนรา. 2534. การตรวจและนับปริมาณเชื้อ *Pythium aphanidermatum* ในดินโดยวิธีเจือจางดินและการใช้เหยื่อล่อ. *วิทยาสารเกษตรศาสตร์.* **25** : 39-46.

ถนิมนันต์ เจนอักษร และ ศุภชัย รตโนภาส. 2538. อิทธิพลของความเข้มข้นสารละลายต่อการเจริญเติบโตของสะระแหน่ในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดิน. รายงานการประชุมวิชาการพืชผักแห่งชาติ ครั้งที่ 14 วันที่ 31 พฤษภาคม - 3 มิถุนายน 2538 สุพรรณบุรี. หน้า 103-123.

ถนิมนันต์ เจนอักษร 2538ก. เทคโนโลยีการปลูกพืชไม่ใช้ดิน. วารสารวิจัยและพัฒนาการเกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่. กรมวิชาการเกษตร. 2(2) : 61-63.

ถนิมนันต์ เจนอักษร 2538ข สารละลายซิลิคอน : บทบาทในด้านการป้องกันกำจัดโรคพืช วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 13(3) : 56-62.

พรหมมาศ คูหากาญจน์, ถนิมนันต์ เจนอักษร และศุภชัย รตโนภาส. 2539. ศักยภาพการปลูกแตงกวายุโรปในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. ใน *การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 22*. กรุงเทพฯ. หน้า 678-679.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2538. การปลูกพืชไม่ใช้ดิน (Hydroponics). ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยี-การเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 146 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 Vegetable R&D Centre, St. Katelijne-Waver, Belgium. 72 p.

Bloemhard, C. 1992. The effects of Si application on cucumber during a short cropping period. page 17 in : *Annual Report* 1992 Glasshouse Crops Research Station, Naaldwijk, The Netherlands.

Carver, T.L.W., R.J. Zeyen, and G.G. Ahlstrand. 1987. The relation between insoluble silicon and success or failure of attempted penetration by powdery mildew (*Erysiphe graminis*) germlings on barley. *Physiol. Plant Pathol.* **31** : 133-148.

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 Disease.* **76** : 1008-1011.

Epstein, E. 1994. The anomaly of silicon in plant biology. *Proc. Natl. Acad. Sci.* **91** : 11-17.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Jaenaksorn, T., and S. Ratanopas. 1994. Effect of three substrates on growth and yield of two cantaloupes varieties. *XXIV th International Horticultural Congress, Kyoto, Japan.* (Abstract on p. 110, and oral presentation)

Ikeda, H. 1989. Hydroponics or Soilless culture. *Kenshu-In* **64** : 2-4.

Lanning, F.C. 1960. Nature and distribution of silica in strawberry plants. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* **76** : 349-358.

Lanning, F.C. 1961. Silica and calcium in black raspberry. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* **77** : 367-371.

Malee, P.C.J. 1984. Growing seedless English cucumber in fresh pine sawdust and bark. *ISOSC Proceeding (1984)* : 355-363.

Menzies, J.G., P. Bowen, D.L. Ehret, and A.D.M. Glass. 1992. Foliar applications of potassium silicate reduce severity of powdery mildew on cucumber, muskmelon, and zucchini squash. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* **177** : 902-905.

Menzies, J.G., D.L. Ehret, A.D.M. Glass, and A.L. Samuels. 1990. The influence of silicon on cytological interactions between *Sphaerotheca fuliginea* and *Cucumis sativus*. *Physio. Mol. Plant Pathol.* **39** : 403-414.

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*. *Phythopathology* **81** : 84-88.

Miyake, Y., and E. Takahashi. 1983. Effect of silicon on the growth of solution cultured cucumber plant. *Soil Sci. Plant Nutr.* **29** : 71-83.

Price, T.V., and P.D. Nolan. 1984. Incidence and distribution of *Pythium*, *Phytophthora* and *Fusarium* spp. in recirculating nutrient film hydroponic system. *6th International Congress on Soilless Culture Proceeding*. Lunteren : 523-531.

Resh, H.M. 1981. *Hydroponic food production.* Woodbridge Press Publishing Company, California. 335 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 and Environment.* **14** : 485-492.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Samuels, A.L., A.D.M. Glass, D.L. Ehret, and J.G. Menzies. 1993. The effect of silicon supplementation on cucumber fruit, changes in surface characteristics. *Ann. Bot.* **72** : 433-440.

Stanghellini, M.E., and S.L. Rasmussen. 1994. Hydroponics : A solution for zoosporic pathogens. *Plant Disease* **78**(12) : 1129-1136.

Van Der Plaats-Niterink, A.J. 1981. Monograph of the genus *Pythium*, *Studies in Mycology*. No.21, Centraalbureau Voor Schimmelcultures, Baarn, the Netherlands. 242 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 องค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารสูตรต่างๆ ที่ใช้ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Benoit, 1992)

Solution A (จำนวน 25 ลิตร : ความเข้มข้น 100 เท่า)

Calcium nitrate (15.5 N; 20 Ca)	2.5	กิโลกรัม
Potassium nitrate (14 N; 46 K_2O)	300	กรัม
Iron-Chelate EDDHA (6% Fe)	37.5	กรัม

Solution B (จำนวน 25 ลิตร) : ความเข้มข้น 100 เท่า)

Potassium nitrate (14 N; 46 K_2O)	1.5	กิโลกรัม
Potassium phosphate (35 K_2O; 53 P_2O_5)	555	กรัม
Magnesium sulphate (16.7 MgO; 13 S)	840	กรัม
Magnesium nitrate (7 N; 10 MgO)	137.5	กรัม
Manganese sulphate (32% Mn)	425	กรัม
Borax (11.3% B)	5	กรัม
Zinc sulphate (23% Zn)	3.625	กรัม
Copper sulphate (25% Cu)	0.475	กรัม
Sodium molybdate (40% Mo)	0.3	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 คุณสมบัติทางกายภาพบางประการของวัสดุปลูกที่ใช้ในการทดลอง

ชนิดของวัสดุปลูก		pH	EC	คุณสมบัติทางกายภาพ [1/]		
				ความพรุน (เปอร์เซ็นต์)	ความหนาแน่น (กรัม/ตารางเซนติเมตร)	ความสามารถในการอุ้มน้ำ (เปอร์เซ็นต์)
ฟองน้ำอัด	ใหม่	7.8	0.1	91.6	0.07	35.9
	ใช้งานแล้ว	-	-	84.5	0.09	46.3
ใยหิน	ใหม่	7.5	0.04	99.4	0.05	84.8
	ใช้งานแล้ว	-	-	84.9	0.05	78.4
ขุยมะพร้าว	ใหม่	6.80	3.00	71.6	0.07	69.5
	ใช้งานแล้ว	-	-	81.3	0.07	70.3
แกลบ	ใหม่	6.55	2.15	-	-	24.9
	ใช้งานแล้ว	-	-	-	-	31.2
แกลบเผา	ใหม่	9.50	1.97	-	-	99
	ใช้งานแล้ว	-	-	-	-	97.6

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 10 ตัวอย่าง

- หมายถึง ไม่ได้ทำการทดสอบ

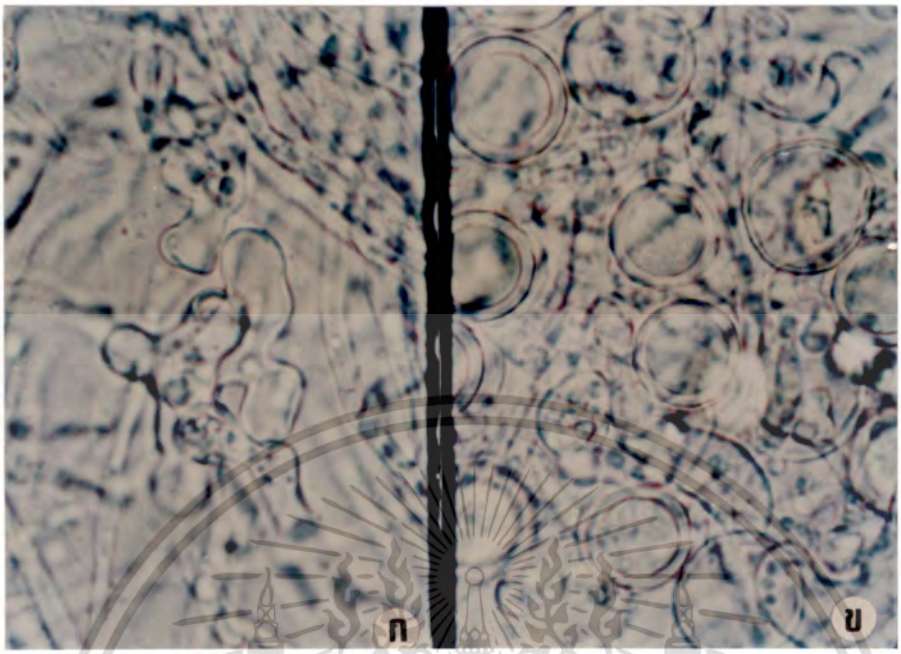
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะทั่วไปของเชื้อ *Pythium aphanidermatum*

ก. การเจริญบน PDA ที่อายุ 7 วัน

ข. ลักษณะเส้นใย (400 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 2 แสดง sporangium และ oospore ของเชื้อ *Pythium aphanidermatum*

ก. sporangium (400 เท่า)

ข. oospores (400 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้