15361

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

เรื่อง

การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอน ที่มีผลต่อเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.

The study on role of soluble silicon on *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. under *in vitro*

T099058

ปพ.
08331
2540

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....99058
วัน,เดือน,ปี.....

โดย

นางสาวอุบลรัตน์ กล่ำศรี

.....ประธานกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. ดร. ฉนิมนันต์ เจนอักษร)

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. วรเดช จันทรสร)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่...3...เดือน...ม.ค....พ.ศ.2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร. ถนิมนันต์ เจนอักษร ประธานกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี ขอขอบคุณ คุณรัตนา คงบุญ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการโรคพืช ที่กรุณาอำนวยความสะดวก เรื่องเครื่องมือเครื่องใช้ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง ขอขอบคุณ อาจารย์พรหมมาศ คูหากาญจน์ และ คุณวรางคณา นกอยู่ รุ่นพี่ปริญญาโท ที่กรุณาให้คำปรึกษา และช่วยเหลือทุกอย่าง ขอขอบคุณ คุณอนุสรณ์ เพื่องวณิชศาสตร์ และคุณรัตติยา จันทร์แก้วแร่ ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมา ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคน ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ มารดา ที่ได้สนับสนุนกำลังทรัพย์ ห่วงใยและให้กำลังใจ และขอบคุณ น้องชาย และน้องสาว ที่คอยให้กำลังใจ จนการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดี

อุบลรัตน์ กล่ำศรี

พฤษภาคม 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอน ที่มีผลต่อเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.

โดย : นางสาวอุบลรัตน์ กล่ำศรี

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

สาขาวิชา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ประธานกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา.....

(ผศ. ดร. ถนิมนันต์ เจนอักษร)

การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอน ที่มีผลต่อเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ทางด้าน vegetative growth และ reproductive growth โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มีสิ่งทดลอง (ความเข้มข้นของสารละลาย) ทั้งหมด 7 treatment คือ 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 and 3000 ppm พบว่าสารละลายซิลิคอนมีผลในการยับยั้งการเจริญทั้งทางด้าน vegetative growth และ reproductive growth อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติซึ่งในการศึกษาทางด้าน vegetative growth โดยเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเส้นใยของเชื้อราบนอาหาร PDA และในอาหาร PDB ที่ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่าสารละลายซิลิคอนมีผลในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา ทั้งบนอาหาร PDA และในอาหาร PDB สำหรับทางด้าน reproductive growth ศึกษาผลต่อการสร้าง sporangium และการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อที่เจริญในสารละลายซิลิคอน ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่าสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้น ตั้งแต่ 1000 ถึง 3000 ppm สามารถยับยั้งการสร้าง sporangium ในช่วง 2 วัน แรก เมื่อเทียบกับ control และความเข้มข้นอื่นๆ หลังจากนั้นจะสังเกตพบการสร้าง sporangium ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ถึง 2500 ppm อย่างไรก็ตามจะไม่พบการปลดปล่อย zoospores เลยในสามความเข้มข้นนี้ นอกจากนี้ที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm ตลอดระยะเวลาการทดลอง ไม่พบการสร้าง sporangium เนื่องจาก zoospores ของ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. เป็น primary inoculum ซึ่งเป็นสาเหตุโรค ดังนั้น 1000 ppm น่าจะเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุด ที่ควรแนะนำให้ใช้ในการควบคุมเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. รวมทั้งโรคที่มีสาเหตุจากเชื้อรานี้เพราะว่าสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าวจะยับยั้งการปลดปล่อย zoopores อย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Title : The study on role of soluble silicon on *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. under *in vitro*

By : Ubonrath Klamsri

Degree : Bachelor of Science (Agriculture)

Major field : Plant Pest Management Technology

Advisor : .....

(Assist. Prof. Dr. Tanimnun Jaenaksorn

Study on role of soluble silicon on vegetative and reproductive growth of *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. was *in vitro* conducted, employing Completely Randomized Design (CRD). The soluble silicon (in the form of sodium silicate) concentrations tested were 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 and 3000 ppm The results showed that all tested concentrations of soluble silicon could significantly inhibit vegetative and reproductive growth of the fungus. For the vegetative growth experiments tested on PDA and PDB, the results were in line with each other. For the reproductive growth experiments tested in soluble silicon concentrations, the results showed that the concentrations of soluble silicon from 1000 to 3000 ppm could inhibit sporangium production in the first two days compared to control and the other concentrations tested. After that, sporangium production was noticed in the treatment of 1000 to 2500 ppm, however, their zoospores were not discharged at all. Besides, the concentration of 3000 ppm could totally inhibit sporangium production throughout the experiment. Considering the zoospores of *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. as primary inoculum causing the disease, 1000 ppm of soluble silicon should be recommended to be the most appropriate concentration for controlling *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. as well as the diseases caused by this fungus since zoospores discharge was completely inhibited by this concentration of soluble silicon.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

หน้า

สารบาญตาราง	(2)
สารบาญรูป	(3)
สารบาญภาคผนวก	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	9
ผลการทดลอง	15
วิจารณ์ผลการทดลอง	27
สรุปผลการทดลอง	29
เอกสารอ้างอิง	30
ภาคผนวก	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	แสดงเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอน	16
2	น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเส้นใยเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงในอาหาร PDB ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอน	18
3	การสร้าง sporamgium และการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อรา*Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอนที่ผสมในอาหาร PDA	21
4	จำนวน sporangium เฉลี่ยต่อใบหญ้า 1 ใบของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่บ่มไว้ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอน	23
5	เวลาที่ใช้ในการปลดปล่อย zoospore ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่บ่มไว้ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอน	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญรูป

		หน้า
รูปที่ 1	แสดงเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. บนอาหารหาร PDA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอน	17
2	แสดงเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. อายุ 7 วัน ในอาหาร PDB ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอน	19
3	แสดงการสร้าง sporangum ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายซิลิคอน ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	24
4	แสดงการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.	26
5	แสดงลักษณะทั่วไปของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.	34
6	แสดง sporangium และ oospores ของเชื้อ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาคผนวก

		หน้า
รายละเอียดของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.		33
สูตรอาหาร potato dextrose agar (PDA) และ potato dextrose broth (PDB)		36
ตารางผนวกที่ 1	แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอนเป็นเวลา 12 ชั่วโมง	37
1.1	แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอนเป็นเวลา 12 ชั่วโมง	37
2	แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง	38
2.1	แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง	38
3	แสดงน้ำหนักสดของเส้นใยเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงในอาหาร PDB ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอนเป็นเวลา 1 สัปดาห์	39
3.1	แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักสดของเส้นใยเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงในอาหาร PDB ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอนเป็นเวลา 1 สัปดาห์	39
4	แสดงน้ำหนักแห้งของเส้นใยเชื้อรา*Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงในอาหาร PDB ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอนเป็นเวลา 1 สัปดาห์	40
4.1	แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งของเส้นใยเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงในอาหาร PDB ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอนเป็นเวลา 1 สัปดาห์	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

5	แสดงจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายในซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2 วัน	49
5.1	แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายในซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2 วัน	49
6	แสดงจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายในซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm เป็นเวลา 5 วัน	42
6.1	แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายในซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm เป็นเวลา 5 วัน	42
7	แสดงจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายในซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm เป็นเวลา 5 วันครึ่ง	43
7.1	แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายในซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm เป็นเวลา 5 วันครึ่ง	43
8	แสดงจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายในซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm เป็นเวลา 6 วัน	44
8.1	แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายในซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm เป็นเวลา 6 วัน	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		หน้า
9	แสดงจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum*(Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายในซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm เป็นเวลา 6 วันครึ่ง	45
9.1	แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายในซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้น1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm เป็นเวลา 6 วันครึ่ง	45
10	แสดงจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายในซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm เป็นเวลา 7 วัน	46
10.1	แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายในซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้น1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm เป็นเวลา 7 วัน	46
11	แสดงเวลาที่ใช้ในการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายในซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้น ต่างๆ เป็นเวลา 2 วัน	47
11.1	แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของเวลาที่ใช้ในการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายในซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2 วัน	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

โรคพืชเป็นปัญหาที่สำคัญ ที่ทำความเสียหายแก่เศรษฐกิจ โดยทั่วไปโรคพืชทำความเสียหายแก่เศรษฐกิจได้ 2 ทาง คือ ทำความเสียหายต่อการเพาะปลูกพืช โดยทำให้ปริมาณผลผลิตน้อยลง และทำความเสียหายต่อพืชในด้านที่ทำให้พืชมีคุณค่าหรือราคาน้อยลง (ไพโรจน์, 2525) โรคพืชสามารถทำความเสียหายให้กับพืชทุกประเภท ได้แก่ พืชไร่ พืชผัก ไม้ผล ไม้ดอกไม้ประดับ ฯลฯ เช่น พืชผักที่ปลูกในแหล่งต่างๆ ได้รับความเสียหายจากโรคพืชและแมลงศัตรูพืช ในระดับ 10-20 เปอร์เซ็นต์ จำนวนผลผลิตทั้งหมดในแต่ละฤดูปลูกบางฤดูอาจพบสูงถึง 40-50 เปอร์เซ็นต์ คิดคำนวณเป็นตัวเลขมูลค่ากว่าหมื่นล้านบาท (ศักดิ์, 2530)

ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องต่อการเกิดโรคพืช หรือ disease pyramid ได้แก่ พืชอาศัยที่ง่ายต่อการเกิดโรค (susceptible host) เชื้อสาเหตุที่รุนแรง (virulent and aggressive pathogen) สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (favorable environment) และเวลา (time) (ไพโรจน์, 2525) ซึ่งถ้าขาดปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งต้นพืชก็ไม่สามารถแสดงอาการของโรคได้ ดังนั้นถ้าพืชอาศัยแข็งแรง การลดความรุนแรงของเชื้อโรค การจัดการสภาพแวดล้อมไม่ให้เหมาะสมต่อการเกิดโรค หรือหลีกเลี่ยงการปลูกพืชในช่วงที่โรคระบาดก็จะสามารถป้องกันการเกิดโรคได้ (ไพโรจน์, 2525) วิธีการควบคุมโรคพืชมีหลายวิธีด้วยกันคือ การใช้พันธุ์ต้านทาน การเขตกรรม การกักกันพืช การควบคุมโดยใช้ชีววิธี (biocontrol) วิธีการทางเคมีเป็นต้น (เอี่ยน, 2536) อย่างไรก็ตามการป้องกันกำจัดแบบผสมผสาน (integrated control) ก็เป็นแนวทางที่เหมาะสมที่สามารถนำมาใช้ได้ โดยคัดเลือกวิธีการอื่นๆ นำเข้ามาปรับปรุงใช้ร่วมกัน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงได้ผลดียิ่งขึ้น ทั้งในแง่ของการป้องกัน (protective) การรักษา (curative) และการกำจัด (eradicative) แต่ในทางปฏิบัติ การใช้สารเคมี เป็นแนวทางที่เกษตรเลือกใช้กันเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากเป็นวิธีการที่ใช้ง่าย สะดวก และเห็นผลได้รวดเร็วทันใจเกษตรกร แต่การใช้สารเคมีติดต่อกันเป็นระยะเวลานานจะทำให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม คือเกิดการตกค้างของสารเคมีในสภาพแวดล้อมรวมทั้งการดื้อยาของเชื้อโรค ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณยาขึ้นไปเรื่อยๆ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดผลเสียในด้านต่างๆ มากมาย ซึ่งไม่สอดคล้องกับหลักการการเกษตรยั่งยืน (Sustainable Agriculture) อันหมายถึง ระบบการเกษตรที่ใช้ทรัพยากรอย่างประหยัดให้ผลผลิตเพียงพอ และสอดคล้องกับความต้องการของมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลง โดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมแต่ส่งเสริมหรืออนุรักษ์สภาพแวดล้อม (จรัญ, 2528)

การนำสารละลายซิลิคอนมาใช้เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการป้องกันกำจัดโรคพืช โดยไม่ทำลายสภาพแวดล้อม ซึ่งนักวิจัยหลายท่านพบว่าถ้าเพิ่มการดูดซึม Si ให้แก่พืชก็จะทำให้สามารถป้องกันกำจัดโรคที่เกิดจากเชื้อราได้ดี (Carver *et al;* Belanger *et al.*, 1995) ซึ่งบทบาทของสารละลายซิลิคอนนั้นยังไม่สามารถระบุได้เด่นชัดถึงกลไกในการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรค อีกทั้งยังไม่แพร่หลายในประเทศไทย จึงได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อการควบคุมโรคพืช ซึ่งในการทดลองนี้ได้ใช้เชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. เป็นตัวแทนในการศึกษา เนื่องจากเป็นเชื้อราสาเหตุโรคที่สำคัญมากตัวหนึ่ง พบระบาดทำความเสียหายมาก คือ โรคโคนเน่า โดยพบว่าระบาดทำความเสียหายให้แก่พืชมากมาย เช่น ขิง (ศักดิ์, 2530) มะเขือเทศ พืชผักตระกูลแตง ข้าวโพดหวาน (อนงค์, 2528) พริก มะเขือ (ศักลักษณ์, 2536) ยาสูบ ถั่วต่างๆ กะหล่ำปลี แครอท (Heald, 1963) มะละกอ (Locus, 1985) เป็นต้น

ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาถึงบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในสภาพ *in vitro* เพื่อหาระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนที่มีผลในการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อ เพื่อใช้เป็นแนวทางหนึ่งในการควบคุมโรคพืชต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่มีผลต่อเชื้อ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ทั้งทางด้าน Vegetative growth และ reproductive growth ใน สภาพ *in vitro*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

รายละเอียดของเชื้อ *Pythium* spp.

Pythium spp. จัดเป็นราน้ำ อยู่ใน class Oomycetes, order Peronosporales, family Pythiaceae เชื้อราในตระกูลนี้ที่สำคัญมีอยู่ 2 genus คือ *Pythium* spp. และ *Phytophthora* spp. (Alexopoulas and Mims, 1979) ลักษณะโดยทั่วไปของเชื้อ เส้นใยใสไม่มีสี กว้างประมาณ 5-7 ไมครอน ไม่มีผนังกั้น (Non septate hypha) ยกเว้นเส้นใยที่มีอายุมากหรืออยู่ในระยะที่จะสร้างสปอร์ (Martin, 1991) การสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ การสืบพันธ์แบบไม่อาศัยเพศโดยสร้าง sporangia ซึ่งเมื่อแก่จะเจริญยื่นออก และให้กำเนิดเป็นถุง (vesicle) ภายในประกอบด้วย zoospore จำนวนมาก เมื่อ zoospores ถูกปล่อยก็จะว่ายน้ำเข้าไปทำลายพืชอาศัยเพศโดยการงอก germ tube แทงผ่านเข้าสู่เนื้อเยื่อพืช เจริญเป็นเส้นใยทำลายพืชอาศัยได้ต่อไป สำหรับการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะเกิดขึ้นเมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม โดยเส้นใยจะสร้าง oogonia และ antheridia มาผสมกันเกิดเป็นเส้นใย oospores สามารถอยู่ข้ามฤดูได้ เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม oospore ก็จะงอกเป็นเส้นใย เข้าทำลายพืชได้โดยตรงหรือเจริญเป็น vesicle แล้วให้กำเนิด zoospores เข้าทำลายพืชได้เช่นกัน (ไพโรจน์, 2525)

Pythium spp. เป็นเชื้อสาเหตุที่ทำให้เกิดเน่าระดับดิน (Damping off) และรากเน่า (Root rot) ทำความเสียหายให้แก่ต้นพืชทั่วไป ทั้งในประเทศเขตร้อนและอบอุ่นตลอดจนในเรื่อนกระจก เชื้อมีผลต่อเมล็ดและการงอก ตลอดจนพืชที่โตเต็มที่แล้ว ไม่ว่าจะเป็นพืชผัก, ไม้ดอก , ไม้ผล , ตลอดจนไม้ป่า ความเสียหายของโรคขึ้นอยู่กับความชื้นในดิน อุณหภูมิ ฯลฯ (ไพโรจน์, 2525) อาการของโรคจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับอายุของพืช เชื้อสาเหตุดังกล่าวเมื่อเข้าทำลายทางราก และบริเวณโคนต้น จะทำให้เนื้อเยื่อยุบตัวลง และต้นกล้าล้มลงในที่สุด (ไพโรจน์, 2525) เป็นผลทำให้การเจริญเติบโตหยุดชะงัก และผลผลิตต่ำลง (Agrious, 1985)

โรคโคนเน่าระดับดินมีเชื้อสาเหตุที่จัดจำแนกอยู่ในกลุ่มเดียวกันได้แก่ *Phytophthora* spp. ซึ่งสามารถทำให้เกิดโคนเน่า (Collar rot) ลำต้นเน่า (Stem rot) และรากเน่า (Root rot) ได้เช่นเดียวกับ *Pythium* spp.

สมศิริ (2529) ได้แบ่งลักษณะอาการของโรคโคนเน่าระดับดินแบ่งได้ 2 ลักษณะ ตามอายุและระยะการเจริญเติบโตของพืช คือ

1. Pre - emergence damping - off / Seed rot อาการของโรคเกิดเนื่องจากเชื้อสาเหตุเข้าทำลายเมล็ดหรือกล้าพืช ส่วนที่อยู่ใต้ดินและระดับดิน เมื่อหว่านเมล็ด หรือเพาะเมล็ด หากดินนั้นมีเชื้อสาเหตุอยู่และสภาพแวดล้อมเหมาะสม เมล็ดจะถูกเชื้อสาเหตุเข้าทำลาย โดยจะเริ่มนิ่มหยุ่นสีเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เหี่ยวย่นและในที่สุดเมล็ดจะเน่า (seed rot) ถ้าเป็นต้นอ่อนที่เพิ่งงอกออกมาจากเมล็ด ส่วนแรก (radical), hypocotyl และยอด (plumule) นั้นเซลพืชจะมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ผนังเซลบางและอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อต้นอ่อนนี้จะถูกเชื้อเข้าทำลาย โดยจุดที่ถูกทำลายจะเป็นแผลช้ำน้ำ สีค่อนข้างดำ แผลจะขยายใหญ่ขึ้น ทำให้ต้นอ่อนเน่าตายอย่างรวดเร็ว จึงไม่มีต้นกล้าโผล่งอกเหนือดินให้เห็น

2. Post - emergence damping - off / Seedling damping - off เชื้อสาเหตุเข้าทำลายต้นอ่อนซึ่งเจริญโผล่พ้นดินแล้ว อาการปรากฏให้เห็นตรงโคนกล้าที่อยู่ระดับดินเหนือใต้ดิน ระยะแรกเกิดเป็นแผลจุดช้ำน้ำขนาดเล็กๆ แล้วจึงขยายโตขึ้นเป็นรอยช้ำสีน้ำตาลอย่างรวดเร็วโดยรอบลำต้น ต้นกล้าจะหักพับลงในขณะที่ใบยอดยังเขียวอยู่ ต่อมาส่วนยอดจะเฉาและแห้งตาย คล้ายถูกน้ำร้อนลวกต้นกล้าในแปลงเพาะจะล้มตายเป็นหย่อมๆ โรคจะระบาดได้เร็วขึ้น ถ้าต้นกล้าขึ้นติดกันแน่นประกอบกับอุณหภูมิสูง และความชื้นในดินปานกลางถึงสูง

เชื้อ *Pythium aphanidermatum* เป็นสาเหตุของโรคโคนเน่าต้นกล้าพืชหลายชนิด เช่นแตง ข้าวโพด ยาสูบ ขิง และถั่วต่างๆ ซึ่งจะเข้าทำลายพืชอาศัย (host) คล้ายคลึงกับ *Pythium butleri* (Waterhouse and Waterstone, 1964) ได้มีรายงานว่าเชื้อ *Rhizoctonia solani* เป็นสาเหตุโรคโคนเน่าของพืชหลายชนิดเหมือนกับเชื้อ *Pythium* spp. เช่นมะเขือเทศ แตรอท ถั่วต่างๆ กะหล่ำปลี radish (Heald, 1963)

นอกจากนี้ยังมีรายงานพบว่า โรคเน่าคอดินของกล้ายาสูบเกิดจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (ภิญโญ, 1974) และในปี 1981 พบว่า โรครากเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Pythium* เป็นปัจจัยหนึ่งที่จะกำหนดปริมาณผลผลิตของต้นผักขม (spinach) *Spinacea oleracea* L. ที่ปลูกในรัฐอริโซนา (Gold and Stanghellini, 1985)

ส่วนโรคโคนเน่าและรากเน่าของมะละกอพบว่าสามารถเกิดจากเชื้อ *Pythium* ได้หลาย species เช่น *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. *Pythium debaryanum* Hesse, *Pythium ultimum* Trow, *Pythium irregulre* Buisman. (Locus, 1985)

Starghellini and Kronland (1986) ได้รายงานการพบเชื้อ *Pythium debaryanum* เป็นครั้งแรกที่บริเวณรากของต้นสลัด (lettuce) เชื้อชนิดนี้จะไปมีผลทำให้ความสามารถในการดูดสารอาหารของพืชลดลงจากการทดลองพบว่าต้นที่ทำการปลูกเชื้อชนิดนี้เข้าจะทำให้ผลผลิตลดลงถึง 18 เปอร์เซ็นต์

การป้องกันกำจัดโรคโดยทั่วไป

โดยทั่วไปการป้องกันกำจัดโรคสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การควบคุมทางเคมีโดยใช้สารเคมี เช่น chloranil, thiram, captan, dichlone, Ferbam และ diazoben คลุกเมล็ดหรือท่อนพันธุ์ก่อนปลูก การใช้ methyl bromide รมดิน เพื่อฆ่าเชื้อที่อยู่ในดินเป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากมีพิษตกค้างต่อสิ่งแวดล้อมมาก ดังนั้นจึงได้มีความพยายามที่จะค้นหาแนวทางการควบคุมโรคที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้สารละลายซิลิคอนในการป้องกันกำจัดโรคพืชในต่างประเทศ

Miyake and Takahashi (1983a) ได้ทดสอบแตงกวาที่ปลูกในระบบ Hydroponics โดยให้สารละลายธาตุอาหารที่ผสมซิลิคอน และสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ผสมซิลิคอน พบว่าแตงกวาที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ผสมซิลิคอน และสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ผสมซิลิคอน มีการเจริญเติบโตปกติ แต่เมื่อต้นแตงกวาถึงระยะที่มีการสร้างใบ 8- 9 ใบ ต้นแตงกวาที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ผสมซิลิคอนจะมีรูปร่างผิดปกติไป เช่น หงิก งอ และเจริญเติบโตช้า ในกรณีที่รุนแรงจะพบอาการใบแห้งจากใบล่างขึ้นใบบน การเจริญเติบโตของต้น แตงกวา และความสมบูรณ์ของละอองเกสรที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ผสมซิลิคอน จะมีลักษณะด้อยกว่าต้นแตงกวาที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ผสมซิลิคอนอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้ยังพบอาการของโรค powdery mildew บนใบของต้นแตงที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ไม่ได้ผสมซิลิคอน แต่ไม่พบอาการของโรคดังกล่าวในต้นแตงที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ผสมซิลิคอน (100 ppm SiO_2) ปริมาณของซิลิคอนสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นแตงโดยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของซิลิคอน รวมทั้งช่วยลดอาการโรค powdery mildew ให้ลดลงด้วย และได้มีการศึกษาถึงอิทธิพลของซิลิคอนที่มีต่อโรครากเน่าอันเกิดจากเชื้อ *Pythium aphanidermatum* ด้วย ซึ่งพบว่าซิลิคอนในรูปของ potassium silicate จะให้ผลดีเช่นเดียวกัน sodium silicate

การใช้ปุ๋ย เช่น potasium silicate, sodium silicate กับการปลูกแตงกวาในแปลงจะช่วยลดความเสียหายจากโรคเหี่ยวได้ จากการทดลองการใช้ปุ๋ยมีผลในการเพิ่ม pH ของดิน และให้ต้นแตงเจริญเติบโตดีมีรายงานว่าซิลิคอนที่เติมลงไปสามารถไปลดความรุนแรงของโรคได้ (Miyake and Takahashi, 1983b)

การใช้ซิลิคอนมีผลต่อเชื้อรา *Sphaerotheca fuliginea* ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุที่สำคัญของโรคราแป้งในแตงกวา เมื่อ treat ซิลิคอนที่ความเข้มข้นต่างๆ จะพบว่าจำนวนโคโลนีของเชื้อราต่อใบ พื้นที่โคโลนีต่อใบ และการงอกของ conidia จะลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน พื้นที่ของแต่ละโคโลนีจะลดลง เมื่อความเข้มข้นของซิลิคอนเพิ่มขึ้นจาก 0.05 ไปเป็น 4.10 mM. ซึ่งสามารถช่วยลดการติดเชื้อโรคได้ (Menzies *et al.*, 1991)

Samuels *et al.*, (1991a) ได้ทดสอบการกระจายตัวของซิลิคอนบนผิวใบของแตงกวา (*Cucumis sativas* L.) ที่ปลูกในระบบ hydroponics เมื่อเพิ่มสารละลายซิลิคอนและตรวจสอบด้วยเครื่อง scanning electron microscopy ร่วมกับ energy dispersive X-ray analysis ตรวจพบซิลิคอนสะสมอยู่ในบริเวณเซลฐานของ trichome ระหว่างการติดเชื้อของ *Sphaerotheca fuliginea* มีการงอกของ hyphae บนพืชอาศัยที่การเปลี่ยนแปลง ทางสัณฐานวิทยาและความเข้มข้นของซิลิคอน ขนาดที่วัดได้ของผลรวมความกว้างเส้นใยต่อโคโลนีของเชื้อราที่เจริญเมื่อมีการ treat ซิลิคอนบนพืชมีขนาดเล็กกว่า โคโลนีของเชื้อราในพืช control และในระยะแรกของการติดเชื้อจนถึงปัจจุบันพบซิลิคอนรอบๆ โคโลนี ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของเชื้อรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีรายงานว่ากลไกการทำงานของซิลิคอน ในการลดความรุนแรงของโรคราแป้งขาวของแตง โดยใช้ scanning electron micrograph ร่วมกับ X - ray analysis พบว่าใบแตงที่ถูก treat ด้วยซิลิคอน จะมีซิลิคอนใน epidermal cell และ trichome hair ในปริมาณต่ำแต่จะพบซิลิคอนในปริมาณสูงที่บริเวณ trichome base และบริเวณที่เชื้อ *S. fuliginea* จะแทงผ่านนอกจากนั้นยังพบอีกว่า ซิลิคอนจะถูกสะสมอยู่ใน conidia ที่กำลังงอกและ conidia ดังกล่าวจะมี germ tuge สั้นแต่อย่างไรก็ตามซิลิคอนจะไม่มีผลไปลดจำนวน conidia ที่กำลังงอกสำหรับโคโลนีของเชื้อบนใบพืชที่ถูก treat ด้วยซิลิคอนจะมีขนาดเล็ก และการเจริญของเส้นใยจะน้อยเมื่อเทียบกับโคโลนีของเชื้อที่เจริญบนพืชที่ไม่ถูก treat ด้วยซิลิคอน (Samuels *et al.*, 1991b)

จากการทดลองใช้ potassium silicate ที่ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm เพื่อควบคุมเชื้อ *Pythium ultimum* ในระบบ Hydroponics พบว่าที่ความเข้มข้นทั้ง 2 ระดับ จะมีผลทำให้ปริมาณรากถูกทำลายน้อยลง เปอร์เซ็นต์การตายและความสูญเสียของผลผลิต เนื่องจากเชื้อดังกล่าวลดลง การใช้ potassium silicate ยังมีผลทำให้น้ำหนักแห้งของรากมากขึ้น จำนวนผลผลิตมากขึ้นและคุณภาพของผลผลิตดีกว่าด้วย (Cherif and Belanger, 1992)

ผลของการใช้สารละลาย potassium silicate กับแตงกวา (*Cucumis sativas* L.), muskmelon (*C. melo* L.), และ zucchini squash (*Cucurbita pepo* L.) ในการป้องกันกำจัดโรค powdery mildew ใช้เติมลงในสารละลายอาหาร โดยใช้ซิลิคอนที่ความเข้มข้น 1.7 mM. หรือพ่นสารละลายลงบนพืช โดยใช้ซิลิคอนที่ความเข้มข้น 1.7, 8.5, 17 และ 34 mM. เปรียบเทียบกับ control ที่ใช้น้ำกลั่นฆ่าเชื้อฉีดพ่นแทนสารละลาย เมื่อ inoculated conidia ของเชื้อ *sphaerotheca fuliginea* บนแตงกวาและ muskmelon หรือ *Erysiphe cichoracearum* บน zucchini squash 1 วัน หลังจากพ่นสารละลายซิลิคอน พบว่ามีความเข้มข้น $\geq$ 17.0 mM. การพัฒนาของโคโลนีเชื้อลดลงกว่า control และจากการทดลอง เมื่อพ่นสารละลายซิลิคอนที่ความเข้มข้น 17 mM. เป็นเวลา 7 วัน ก่อน inoculate เชื้อ *S.* fuliginea ทำให้โคโลนีของเชื้อ powdery mildew ลดลง (Menzies *et al.*, 1992)

การใช้สารละลายซิลิคอน กับรากหรือใบขององุ่น (*Vitis vinifera* L.) เพื่อควบคุมโรคราแป้งขาว *(Uncinula necator)* พบว่าความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนที่ 1.7 mM. ไม่มีผลต่อความรุนแรงของโรค แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 17 mM. พบว่าสามารถลดจำนวนโคโลนีของเชื้อราได้ ซึ่งพบว่าการลดความรุนแรงของโรคราแป้งขาว โดยการใช้ซิลิคอนนั้นบางที่อาจเป็นเพราะซิลิคอนเป็นอุปสรรคต่อการเข้าทำลายของเชื้อนั้นเอง (Bowen *et al.*, 1992)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารละลายซิลิคอน โดบพบว่าสามารถต่อต้านโรคเน่าของแตงกวาจากเชื้อสาเหตุคือ *Pythium aphanidermatum* ได้ซึ่งความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพคือ 1.7 mM. (100 ppm) สารละลายซิลิคอนได้แสดงให้เห็นว่าสามารถลดการตายและแสดงอาการของโรคได้อีกทั้งยังเพิ่มผลผลิตและน้ำหนักแห้ง (Cheruf *et al.*, 1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาบทบาทของซิลิคอนพบว่าซิลิคอนสามารถชักนำ ให้พืชสร้างกลไกป้องกันตัวเอง เพื่อตอบสนองต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา ซึ่งการตอบสนองนี้เป็นผลให้เกิดการกระตุ้นกระบวนการทางเคมีต่างๆ ให้มีปฏิกิริยาเร็วขึ้นแสดงให้เห็นว่าซิลิคอนนี้เป็น fungistatic ที่ต่อต้านการเข้าทำลายของ *Pythium ultimum*, *P. aphanidermatum* และ *Cladosporium cucumerinum* ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการป้องกันกำจัดโรคพืชในแง่ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ (Cherif *et al.*, 1994a)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

สถานที่ทำการทดลอง : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ระยะเวลาการทดลอง : ม.ค. 41 - พ.ค. 41

การศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.

โดยแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ที่มีผลต่อ Vegetative growth

1.1 บนอาหาร PDA

1.2 ในอาหาร PDB

2. ที่มีผลต่อ Reproductive growth

2.1 การสร้าง sporangium และการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

2.2 การสร้าง sporamgium ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลอยซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ตรวจนับโดยใช้เหยื่อล่อ)

2.3 การปลดปล่อย zoospores ของเชื้อ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายซิลิคอน ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ตรวจนับโดยใช้เหยื่อล่อ)

โดยในการศึกษาครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) สิ่งทดลองคือ อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนแตกต่างกัน 7 ระดับ (0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm และมีจำนวนซ้ำแตกต่างกันเป็น 2, 5 หรือ 10 ซ้ำ ขึ้นอยู่กับชนิดการทดลองย่อย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ที่มีผลต่อ Vegetative growth

1.1 บนอาหาร PDA

อุปกรณ์

ก. เชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.

ซึ่งได้มาจากการแยกเชื้อจากขุยมะพร้าวที่ใช้เป็นวัสดุปลูกแตงกวาที่ปลูกแตงกวาในระบบ hydroponics ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลาดกระบัง โดยใช้ผลแตงกวาทั้งผลมาผ่าครึ่งแล้วคว้านเอาไส้ในออกนำขุยมะพร้าวใส่เข้าไปแทนที่ หยดน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วลงไปประมาณ 2-3 หยด ให้ขุยมะพร้าวชื้นนำไปใส่ในถุงพลาสติก มัดปากถุงบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1-2 วัน จะเห็นเส้นใยของเชื้อ *Pythium* เป็นสีขาวเจริญอยู่ที่ผลแตงกวา จากนั้นทำการจัดจำแนก และทำการเก็บเชื้อไว้เป็น stock culture

ข. อาหาร potato dextrose agar (PDA) ปริมาตร 18 มิลลิลิตร บรรจุอยู่ในขวดแก้ว ปริมาตร 60 มิลลิลิตร

ค. สารละลายซิลิคอน (Sodium Silicate Solution) $Na_2Si_3O_7$, a.i. ~27%

ง. เครื่องแก้วต่างๆ เช่น petridish, flask ฯลฯ

จ. water bath

ฉ. อุปกรณ์เขี่ยเชื้อ ได้แก่ เข็มเขี่ยเชื้อ ตะเกียง ไฟแช็ค

ช. ตู้เขี่ยเชื้อ

ซ. cork borer

ฌ. น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ

แผนการทดลอง

- ทำการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 10 ซ้ำสิ่งทดลองคืออาหารเลี้ยงเชื้อที่มีระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนแตกต่างกัน 7 ระดับคือ 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm

วิธีการ

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

- นำสารละลายซิลิคอนแต่ละความเข้มข้นที่เตรียมได้ใส่ลงในจานอาหารทดสอบโดยใช้ปิเปตในปริมาตร 2 มิลลิลิตร ต่อ 1 จานอาหารทดสอบเป็นจำนวน 10 ซ้ำ

- นำอาหาร PDA ที่เตรียมไว้มาทำการหลอมให้เหลว โดยแช่ใน water bath จากนั้นทำการเทลงในจานอาหารทดสอบทิ้งไว้ให้อาหารแข็ง

- ใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 เซนติเมตร ตัดชิ้นวุ้นเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. อายุ 5 วัน นำชิ้นวุ้นที่ได้มาวางลงตรงกลางจานอาหารทดสอบแล้วนำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง

- ทำการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ทุก 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกผล

- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.

1.2 ในอาหาร PDB

อุปกรณ์

ก. เชื้อรา ได้แก่ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ซึ่งได้กล่าวไว้แล้วในการทดลอง 1.1

ข. อาหาร potato dextrose broth (PDB) ปริมาตร 30 มิลลิลิตร บรรจุใน flask ขนาด 125 มิลลิลิตร

ค. สารละลายซิลิคอน (Sodium Silicate Solution) $Na_2Si_3O_7$, a.i. ~ 27%

ง. เครื่องแก้วต่างๆ เช่น petridish, flask ฯลฯ

จ. water bath

ฉ. อุปกรณ์เขี่ยเชื้อ ได้แก่ เข็มเขี่ยเชื้อ ตะเกียง ไฟแช็ค

ช. ตู้เขี่ยเชื้อ

ซ. cork borer

ฌ. น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ

แผนการทดลอง

- ทำการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 10 ซ้ำสิ่งทดลองคืออาหารเลี้ยงเชื้อที่มีระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนแตกต่างกัน 7 ระดับคือ 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm

วิธีการ

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

- นำสารละลายซิลิคอนแต่ละความเข้มข้นที่เตรียมได้ใส่ลงใน flask ทดสอบ ในปริมาตร 3.3 มิลลิลิตร ซึ่งมีอาหาร PDB โดยใช้ปิเปต

- ใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 เซนติเมตร ตัด ชิ้นวุ้นเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. อายุ 5 วัน นำชิ้นวุ้นที่ได้ใส่ลงไปใน flask ทดสอบนำไปเข้าเครื่องเขย่า (shaker) เป็นเวลา 1 สัปดาห์ เมื่อครบกำหนดนำไปกรอง แล้วทำการชั่งน้ำหนักสด จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส และชั่งน้ำหนักแห้งของเชื้อรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกผล

- น้ำหนักสด
- น้ำหนักแห้ง

2. ที่มีผลต่อ Reproductive growth

2.1 การสร้าง sporangium และการปลดปล่อย zoospores ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอนที่ผสมในอาหาร PDA

อุปกรณ์

ก. จานอาหารทดสอบจากการทดลองที่ 1.1

ข. กล้องจุลทรรศน์

ค. น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ

แผนการทดลอง

- ทำการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 2 ซ้ำสิ่งทดลองคือ อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนแตกต่างกัน 7 ระดับคือ 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm

วิธีการ

- ทำการทดลองต่อเนื่องจากการทดลองที่ 1.1 โดยนำจานอาหารทดสอบทุกความเข้มข้นมาใส่น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 10 มิลลิลิตร เพื่อกระตุ้นให้เชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. สร้าง sporargium จากนั้นบ่มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วัน

- เมื่อครบกำหนดตรวจดูปริมาณการสร้าง sporangium ในแต่ละความเข้มข้น จากนั้นนำอาหารทดสอบความเข้มข้นละ 2 จาน ไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที แล้วนำมาไว้ที่อุณหภูมิห้องอีกครั้ง เพื่อกระตุ้นให้เชื้อราปลดปล่อย zoospores จับเวลาที่เชื้อราใช้ในการปลดปล่อย zoospores

การบันทึกผล

- ปริมาณการสร้าง sporangium
- เวลาที่เชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ใช้ในการปลดปล่อย zoospores

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การสร้าง sporangium ของเชื้อรา Pythium aphanidermaatum (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ตรวจนับโดยใช้เหยื่อล่อ)

อุปกรณ์

ก. เชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.

ข. อาหาร potato dextrose broth (PDB) ปริมาตร 30 มิลลิลิตร บรรจุอยู่ใน flask ขนาด 125 มิลลิลิตร

ค. สารละลายซิลิคอน (Sodium Silicatc Solution) $Na_2Si_3O_7$, a.i. ~ 27%

ง. เครื่องแก้วต่างๆ เช่น petridish, flask ฯลฯ

จ. เครื่องเขย่า (shaker)

ฉ. ใบหญ้า (ที่ใบมีลักษณะแบนบาง) ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดเท่าๆ กัน

ช. อุปกรณ์เขี่ยเชื้อ ได้แก่ เข็มเขี่ยเชื้อ ตะเกียง ไฟแช็ค

ซ. ตู้เขี่ยเชื้อ

ฌ. cork borer

ญ. น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ

ฏ. กล้องจุลทรรศน์

แผนการทดลอง

- ทำการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 2 ซ้ำสิ่งทดลองคืออาหารเลี้ยงเชื้อที่มีระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนแตกต่างกัน 7 ระดับคือ 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm

วิธีการ

- ทำการเลี้ยงเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. โดยใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 เซนติเมตร ตัด และใส่ลงไปใน flask ที่มีอาหาร PDB จำนวน 20 flask จากนั้นนำเข้าเครื่องเขย่าประมาณ 5 วัน

- เตรียมสารละลายซิลิคอนให้ได้ความเข้มข้นเท่ากับ 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ3000 ppm. โดยแต่ละความเข้มข้นให้ปริมาตรเท่ากับ 30 มิลลิลิตร

- นำสารละลายซิลิคอนแต่ละความเข้มข้นที่เตรียมได้ใส่ลงในจานอาหารทดสอบในปริมาตร 15 มิลลิลิตรต่อ โดยใช้ปิเปต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นำเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงในอาหาร PDB อายุ 5 วัน ใช้เข็มเขี่ยเชื้อเขี่ยเชื้อราใน flask มาใส่ในจานอาหารทดสอบ จากนั้นนำใบหญ้าที่ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ และลวกต้มในน้ำเดือดประมาณ 10 นาที ใส่ลงไปในจานอาหารทดสอบด้วย จานละ 5 ชิ้น บ่มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2 วัน

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

การบันทึกผล

- จำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ

2.3 การปลดปล่อย zoospores ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ตรวจนับโดยใช้เหยื่อล่อ)

อุปกรณ์

ก. จานอาหารเลี้ยงเชื้อจากการทดลองที่ 2.1

ข. กล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเครื่องบันทึกภาพเคลื่อนไหว (video)

แผนการทดลอง

- ทำการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 2 ซ้ำสิ่งทดลองคืออาหารเลี้ยงเชื้อที่มีระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนแตกต่างกัน 7 ระดับคือ 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm

วิธีการ

- ทำการทดลองต่อเนื่องจากการทดลองที่ 2.2 คือ เมื่อทำการนับ sporangium แล้วนำจานอาหารดังที่กล่าวมาไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที แล้วนำกลับมาไว้ที่อุณหภูมิห้องอีกครั้ง ตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่ต่อกับเครื่องบันทึกภาพเคลื่อนไหว (video) โดยตรวจดูที่มุมใบหญ้าทั้ง 4 มุม ที่เคยได้ทำการนับ sporangium ทำการจับเวลาที่ใช้ในการปลดปล่อย zoospores จำนวน 5 ซ้ำ ในแต่ละความเข้มข้น

การบันทึกผล

- เวลาที่เชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ใช้ในการปลดปล่อย zoospores

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. บทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อ vegetative growth ของเชื้อ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.

1.1 บนอาหาร PDA

การศึกษาการเจริญของเชื้อ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. บนอาหาร PDA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอน พบว่าทุกระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งของสถิติ โดยที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดีที่สุด จากการทดลองพบว่าเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. เป็นเชื้อราที่มีการเจริญเติบโตเร็ว สามารถเจริญเต็ม plate 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 ตามลำดับส่วนที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ไม่พบการเจริญของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. (ตารางที่ 1, รูปที่ 1)

1.2 ในอาหาร PDB

ทำการชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเชื้อ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงในอาหาร PDB ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนเป็นเวลา 7 วัน เพื่อเปรียบเทียบการเจริญของเชื้อราพบว่า ทุกระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้ออย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองที่ 1.1 เมื่อทำการชั่งน้ำหนักแห้ง ที่ระดับความเข้มข้น 0 ppm ชั่งน้ำหนักความแห้ง 0.24 กรัม แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm ซึ่งชั่งน้ำหนักแห้งได้ 0.22 กรัม ที่ระดับความเข้มข้น 500, 1000, 2000 และ 2500 ppm การเจริญของเชื้อจะลดลง ชั่งน้ำหนักแห้งได้ 6.65, 5.99, 5.75 และ2.45 กรัม ตามลำดับส่วนที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm ไม่พบการเจริญของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. (ตารางที่ 2, รูปที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

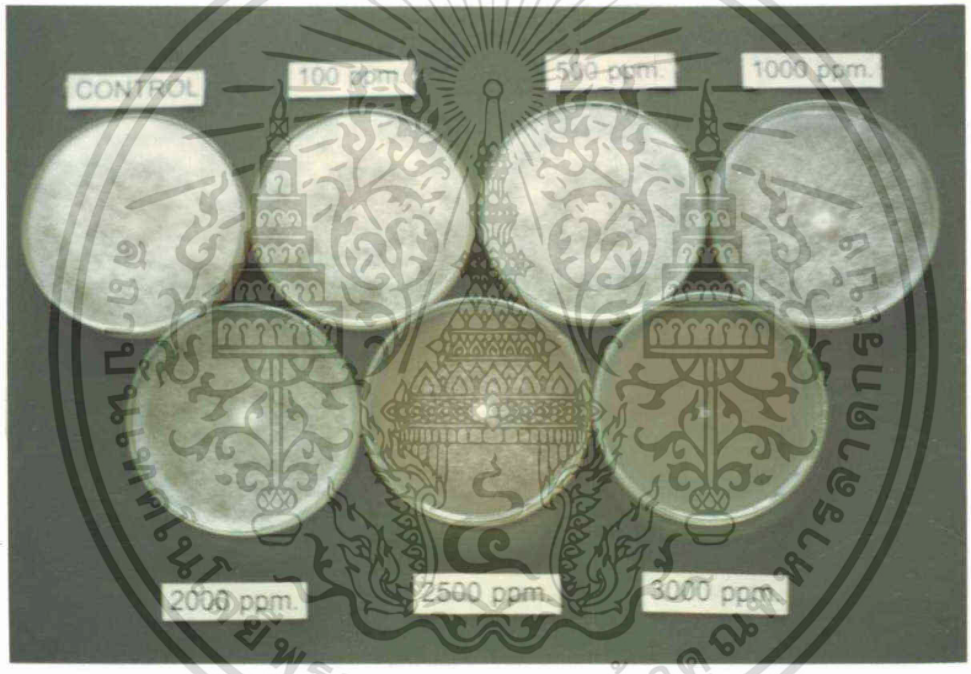
ตารางที่ 1 เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอน

ระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน (ppm)	ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีของเชื้อรา (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%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 เส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. บนอาหาร PDA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเส้นใยเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงในอาหาร PDB ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอน

ระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน (ppm)	น้ำหนักของเส้นใย (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%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2 เชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ในอาหาร PDB ที่ระดับ ความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอน อายุ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. บทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อ reproductive growth ของเชื้อ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.

2.1 การสร้าง sporangium และการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.

พบว่าทุกระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนมีผลในการยับยั้งการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. โดยปริมาณการสร้าง sporangium จะลดลงเมื่อระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนเพิ่มขึ้นซึ่งที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm ไม่พบการสร้าง sporangium เนื่องมาจากที่ระดับความเข้มข้นนี้ไม่มีการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ส่วนการปลดปล่อย zoospores เมื่อนำจานอาหารทดสอบไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที และนำกลับมาไว้ที่อุณหภูมิห้องอีกครั้ง (เพื่อชักนำให้เชื้อราปลดปล่อย zoospores) จากการทดลองไม่พบการปลดปล่อย zoospores ในทุกระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน โดยอาจจะเป็นเพราะเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. สร้างเส้นใยมากกว่าโครงสร้างที่ใช้ในการสืบพันธุ์เนื่องมาจากเชื้อราเจริญอยู่บนอาหาร PDA

โดยจากการทดลอง การประเมินการสร้าง sporangium นั้นได้ใช้หลักการสังเกตจากผู้ทดลอง เนื่องจาก เชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. เจริญอยู่บนอาหาร PDA ทำให้ยากต่อการนับ sporangium แต่ก็สามารถสังเกตเห็นถึงปริมาณ sporangium ลดลงตามระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนที่สูงขึ้น ดังนั้นจึงได้นำวิธีการใช้เหยื่อล่อ มาใช้ในการทดสอบทำให้สามารถนับและตรวจสอบจำนวน sporangium และการปลดปล่อย zoospores ชัดเจนกว่าการนับ sporangium ของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15361

ตารางที่ 3 การสร้าง sporangium และการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอนที่ผสมในอาหาร PDA

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

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า [illegible]

2.2 การสร้าง sporangium ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายซิลิคอน ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ตรวจนับโดยใช้เหยื่อล่อ)

จากการทดลองพบว่าสารละลายซิลิคอนทุกระดับความเข้มข้นมีผลในการยับยั้งการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. 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 ได้ 19.6, 18.8 และ 14.8 ตามลำดับ จากนั้นได้ทำการตรวจสอบการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายซิลิคอน ที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm อย่างต่อเนื่องจนไปถึงวันที่ 5 จะเริ่มพบการสร้าง sporangium เพิ่มขึ้นแต่ก็ยังคงลดหลั่นกันไปตามระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนที่สูงขึ้น และพบว่าในวันที่ 7 การสร้าง sporomgium ที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000 และ 2500 ppm จะเริ่มคงที่ โดยที่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งนับจำนวน sporangium เฉลี่ยต่อใบหญ้า 1 ใบ ที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000 และ 2500 ppm ได้ 21.2, 17.4 และ 14.4 ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm ตลอดระยะเวลาการทดลองไม่พบการสร้าง sporomgium เลย (ตารางที่ 4, รูปที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

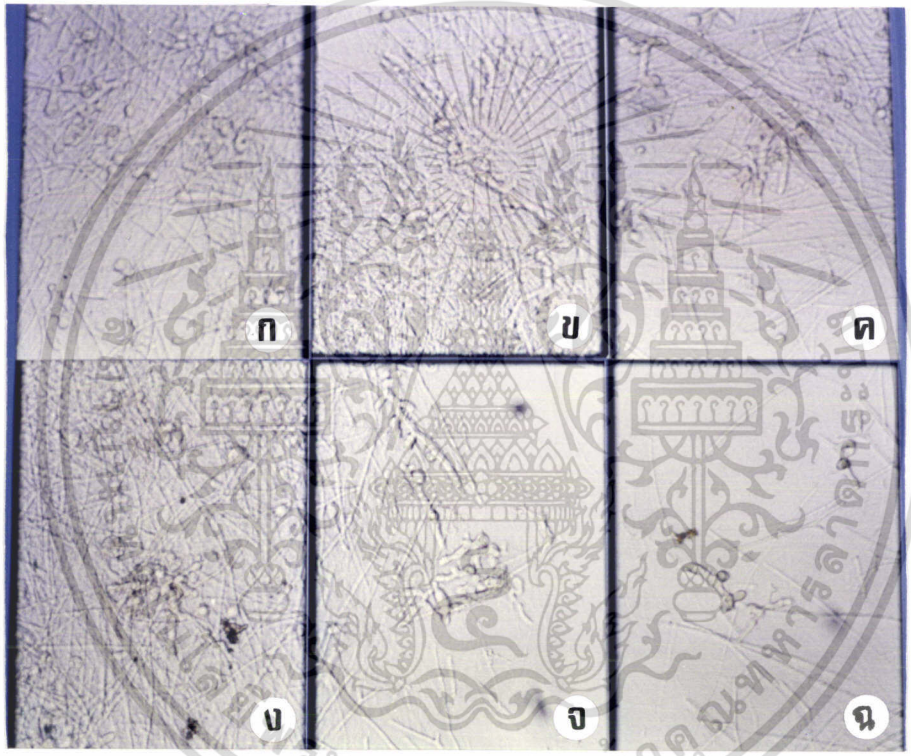
ตารางที่ 4 จำนวน sporangium เฉลี่ยต่อใบหญ้า 1 ใบ ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

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	14.4 c	14.4 c
3000	0 c	0 d	0 d	0 d	0 d	0 d

[1/] ค่าเฉลี่ย 5 ซ้ำ

[2/] ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ treatment mean แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 การสร้าง sporangium ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. 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

2.3 การปลดปล่อย zoospores ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ตรวจนับโดยใช้เหยื่อล่อ)

จากการทดลองพบว่าสารละลายซิลิคอนทุกระดับความเข้มข้นมีผลในการยับยั้งการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. โดยที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ขึ้นไปสามารถยับยั้งการปลดปล่อย zoospores ได้ ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 0 ppm ใช้เวลาในการปลดปล่อย zoospores 1.534 ชั่วโมง ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm ที่ใช้เวลาในการปลดปล่อย zoospores เท่ากับ 1.562 ชั่วโมง ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm เวลาที่ใช้ในการปล่อย zoospores จะนานขึ้นคือ 3.058 ชั่วโมง (ตารางที่ 5)

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

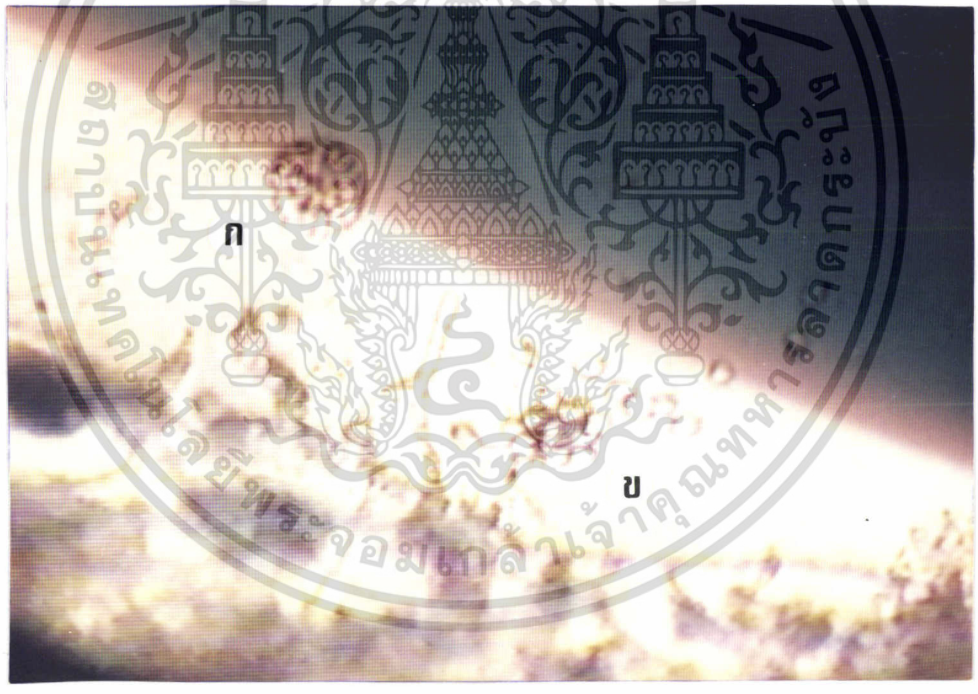
ตารางที่ 5 เวลาที่ใช้ในการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอน (ppm)	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการปลดปล่อย zoospores (ชั่วโมง)[1/]	
	2 วัน	5 วัน
0	1.534 b[2/]	
100	1.562 b	
500	3.058 a	
1000		-
2000		-
2500		-
3000		-

[1/] ค่าเฉลี่ย 5 ซ้ำ

[2/] ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ treatment mean แบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 แสดงการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อรา *Pythium aphamidermatum* (Edson) Fitzp.

ก. แสดง zoospores ที่มีการเคลื่อนไหวอยู่ภายใน vesicle

ข. แสดงการปลดปล่อย zoospores

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ทางด้าน vegetative grwth และ reproductive growth โดยทำการทดสอบกับการสะลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 0, 100,, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm พบว่าสารละลายซิลิคอนมีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้งสองด้านดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ ยิ่งในการศึกษาทางด้าน vegetative growth โดยทดสอบบนอาหาร PDA และในอาหาร PDB พบว่าสารละลายซิลิคอนทุกระดับความเข้มข้นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราคือ การเจริญของเส้นใยจะลดลง ตามระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนที่สูงขึ้น โดยดูได้จากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี และจากการทดสอบในอาหาร PDB ที่ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่าสารละลายซิลิคอนมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราในอาหารเหลว จะเห็นได้จากปริมาณน้ำหนักสดและน้ำแห้งของ เชื้อราที่ลดลงตามลำดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนที่สูงขึ้นจากการทดสอบทั้งบนอาหาร PDA และในอาหาร PDB พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง vegetative growth (โดยจะไม่พบการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา เลยที่ระดับความเข้มข้นนี้) ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ซึ่งจากการทดลองทั้งสองการทดลองได้ผลสอดคล้องกัน

สำหรับการศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ทางด้าน reproductive growth โดยตรวจนับการสร้าง sporangium และการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อราพบว่าสารละลายซิลิคอนทุกความเข้มข้นมีผลในการยับยั้งการสร้าง sporangium และการปลดปล่อย zoospores โดยการนับปริมาณ sporangium และจับเวลาที่เชื้อราใช้ในการปลดปล่อย zoospores ซึ่งที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000 และ 2500 ppm สามารถยับยั้งการสร้าง sporangium ได้ใน 2 วันแรกของการทดลองแต่เมื่อครบ 5 วัน ที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000 และ 2500 ppm เริ่มมีการสร้าง sporangium และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนคงที่ในวันที่ 7 ของการทดลองแต่อย่างไรก็ตามจะไม่พบการปลดปล่อย zoospores ที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000 และ 2500 ppm ถึงแม้ว่าจะมีการสร้าง sporangium ก็ตาม ดังนั้นจะเห็นได้ว่าที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการสร้าง sporangium บางส่วน และยับยั้งการปลดปล่อย zoospores ในกรณีที่มีการสร้าง sporangium ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ได้

จะเห็นได้ว่าการศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอนที่มีผลต่อเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ทางด้าน vegetative growth ความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดีที่สุดคือ 3000 ppm ส่วนการศึกษาทางด้าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

reproduetive growth พบว่าที่ระดับความเข้มข้นเพียง 1000 ppm ก็เห็นผลแล้วคือ สามารถยับยั้งการสร้าง sporangium และการปลดปล่อย zoospores ของเชื้อได้ที่เป็นเช่นนี้ น่าจะเป็นเพราะ zoospores มีผลทำให้เกิดโรคกับพืชมากที่สุดในสภาพที่มีความชื้นสูง โดยการทดลองได้นำเชื้อรามาทดสอบการสร้าง sporangium และการปลดปล่อย zoospores ซึ่งเชื้อรานั้นได้เจริญอยู่ ในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เท่ากับว่าเป็นการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายซิลิคอนต่อตัวเชื้อ โดยตรง และสอดคล้องกับสภาพจริงของการเกิดโรคของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่ต้องการความชื้นสูง ส่วนทางด้าน vegetative growth นั้นเป็นการทดสอบการเจริญของเชื้อบน PDA ที่ผสมสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ซึ่งไม่ได้เป็นการทดสอบกับตัวเชื้อ โดยตรงอีกทั้งเส้นใยเชื้อราก็ไม่ได้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคมากที่สุดเมื่อเทียบกับ zoospores ดั้งนั้นระดับความเข้มข้นของสารละลายซิลิคอนที่เหมาะสมสารมารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพคือ 1000 ppm รวมทั้งนำวิธีการอื่นๆ มาใช้ร่วมด้วย (Integrated control) จะทำให้การป้องกันกำจัดโรคพืชมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาของนักโรคพืชในการทดลองใช้ potassium silicate ที่ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm เพื่อควบคุมเชื้อ *Pythium ultimum* ในระบบ Hydroponics พบว่าที่ความเข้มข้นทั้ง 2 ระดับ จะมีผลทำให้ปริมาณรากถูกทำลายน้อยลง เปอร์เซ็นต์การตายและความสูญเสียเนื่องจากเชื้อดังกล่าวลดลง (Cherif and Belanger, 1992) แต่จากผลการทดลองที่กล่าวมาแนะนำให้ใช้ เพียงที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมในการยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ใกล้เคียงกับความเข้มข้นที่สูงกว่า โดยจากการศึกษาของนักโรคพืชที่กล่าวมาที่ระดับความเข้มข้น 100 และ 200 ppm ก็มีผลในการควบคุมเชื้อได้แล้ว ซึ่งก็อาจจะเป็นเพราะว่าการนำสารสะลายซิลิคอนไปใช้ทางการค้า ถ้าใช้ในปริมาณที่มากอาจเป็นผลเสียต่อพืช และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายก็ได้

จากการทดลองนี้นับว่าประสบความสำเร็จในห้องปฏิบัติการ ซึ่งควรจะมีการศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสมเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในสภาพไร่ เพื่อเป็นการลดปริมาณการใช้สารเคมี ทำให้ลดปัญหาการเกิดมลภาวะที่ส่งผลเสียต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการใช้สารละลายซิลิคอนจึงน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่ใช้ร่วมกับการควบคุมโรคพืชแบบผสมผสาน (integrated control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาบทบาทของสารละลายซิลิคอน (ที่ระดับความเข้มข้น 0, 100, 500, 1000, 2000, 2500 และ 3000 ppm) ที่มีผลต่อเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 3000 ppm มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการเจริญทางด้าน vegetative growth ที่ทำการทดลองบนอาหาร PDA และ ในอาหาร PDB สำหรับทางด้าน reproductive growth พบว่าตั้งแต่ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ถึง 3000 ppm มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการเจริญทางด้าน reproductive growth

จากการทดลอง พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm น่าจะเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ใช้ในการป้องกันกำจัดเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. เนื่องจากที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ให้ผลในการยับยั้งในการเจริญทางด้าน reproductive growth ได้ดีใกล้เคียงกับที่ระดับความเข้มข้นที่สูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จรัญ จันทลักขณา. 2528. วัฒนเกษตร การเกษตรยั่งยืน. *เกษตรก้าวหน้า*. ปีที่10 ฉบับที่ 5:7-15.

พงศ์เทพ เต้าประยูร. 2522. การศึกษาโรคเน่า และรากเน่าของมะละกอในประเทศไทย และการป้องกันกำจัด. วิทยานิพนธ์-ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ไพโรจน์ จ๋วงพานิช. 2525. หลักวิชาโรคพืช. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 393 หน้า.

ภิญโญ จักรอิศราพงศ์. 2517. การศึกษาโรคโคนเน่าของกล้ายาสูบที่เกิดจากเชื้อ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ศักดิ์ สุนทรสิงห์ 2530. โรคของผักและการป้องกันกำจัด. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์. 360 หน้า

สมศิริ แสงโชติ. 2529. โรคพืชเบื้องต้นปฏิบัติการ. ภาควิชาโรคพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 255 หน้า.

เอี่ยน ศิลาย้อย. 2536. กองโรคพืช และจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 632 หน้า.

Agrious, B.N. 1982. Plant pathology. Academic Press Inc. The National Book Co. 703 pp.

Alexopoulas, C.J. and C.W. Mims, 1997. Introductory mycology. John wiley and Sons. 632 pp.

Belanger, Richard R., Patricia A. Bowen, David L. Ehret, and James G. Menzies. 1995. Soluble silicon : lts role in crop and disease management of greenhouse crops *Plant Dis.* 79:329-339.

Bowen, P., J. G. Menzies, D.L. Ehret, L. Samels, and A. D. M. Glass. 1992. Soluble silicon sprays inhibit powedry mildew development on grape leaves. *J. Am. Soc. Hortic. Sci*, 177:906- 912.

Carver, T. L. W., R. J. Zeyen, and G. G. Ahlstrand. 1987. The relation between in soluble silicon and success or failure of attempted penetration by powdery mildew *(Erysiphe graminis)* glings 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cherif, M., A. Asselin, and R. R. Belanger, 1994a. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. *Phytopathology*. 84:236-242.

Cherif, M., J.G. Menzies, D. L. Ehret, C. Bogdanoff, and R. R. Belanger. 1994. Yield of cucumber infected with *Pythium aphanidermatum* when grown with soluble silicon. *Hortscience*. 29:896-897.

Glod, S. E. and M. E. Stanghellini. 1985. Effect of Temperature on pythium Root Rot of Spinach Grown under Hydroponic Condition. *Plant Disease*. 75(3):333-337.

Heald, F. D. 1963. Manual of Plant Disease. New Delhi, Furasia:823-835.

Locus, D. L. 1958. Disease of Tobacco. Scarecrow press; Inc., New York. 157-167.

Martin, N. F. 1991. Pythium. Plant Pathology Department University of Florida. draft 2, april 5. 12 pp.

Menzies, J. G., D. L. Ehret, A. D. M. Glass, T. helmer, C.Koch, and F. Seywer. 1991. Effects of soluble silicon on the parasitic fitness of *Sphaerotheca fuliginea* on *Cucumis sativus*. *Phytopathology*. 81:84-88.

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

Miyake, Y., and E. Takahashi. 1983a. Effect of silicon on the growth of cucumber plant in soil *Sci. Plant Nutr*. 29:463-471.

Samuels, A. L., A. D. M. Glass, D. L. Ehret, and J. G. Menzies. 1991a. Distribution of siliconin cucumber leaves during infection by powdery mildew fungus *(Sphaerotheca fuliginea). Con. 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. 14:485-495.

Stanghellini, M. E. and W. C. Kronland. 1986. Yield Loss in hydroponically Growth hettoe Attributed to Subclinicel Infection of Feeder Rootlets by *Pythium dissotocum. Plant Disease* 70(11):1053-1056.

Waterhouse, B. H. and J. M. Waterstone. 1964. *Pythium aphanidermatum* in Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. CMI, Kew, Serrey, England. No. 36.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

รายละเอียดของเชื้อรา (Specie description)

Pythium aphanidermatum (Edson) Fitzp.

Sub - Dicision Mastigomycotina

class Oomycetes

order Peronosporales

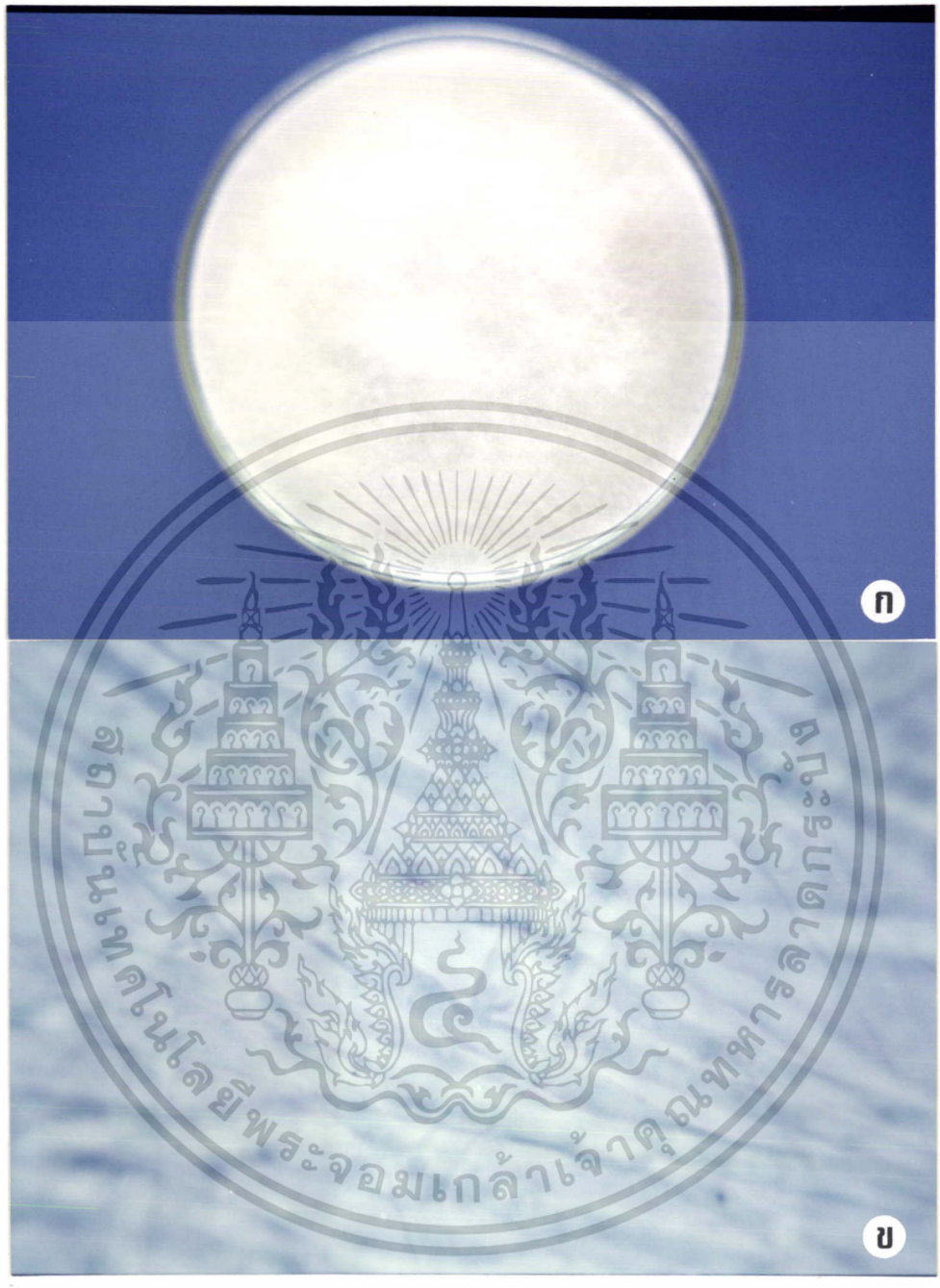
family Pythiaceae

genus *Pythium*

species *aphanidermatum* (Edson) Fitzp.

ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA มีสีขาว เจริญเติบโตได้รวดเร็วมาก (ภายในเวลา 36 ชั่วโมง เชื้อราสามารถเจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ) เมื่อนำมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่าเส้นใยใสไม่มีสี ไม่มีผนังกั้น โดยทั่วไปเส้นใยมีความกว้างเฉลี่ยประมาณ 10 ไมครอน สร้าง oogonium ที่ปลายเส้นใยเป็นแบบ globular มีรูปร่างกลมผนังเรียบ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 20-25 ไมครอน antheridium มีรูปร่างคล้าย sac ยาวประมาณ 10-14 ไมครอน กว้างประมาณ 10-14 ไมครอน oospores มีขนาดไม่เต็ม oogonium มองเห็นช่องว่างระหว่าง oospore กับ oogonium ได้ชัดเจนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 18-22 ไมครอน ผนังหนา 1-2 ไมครอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

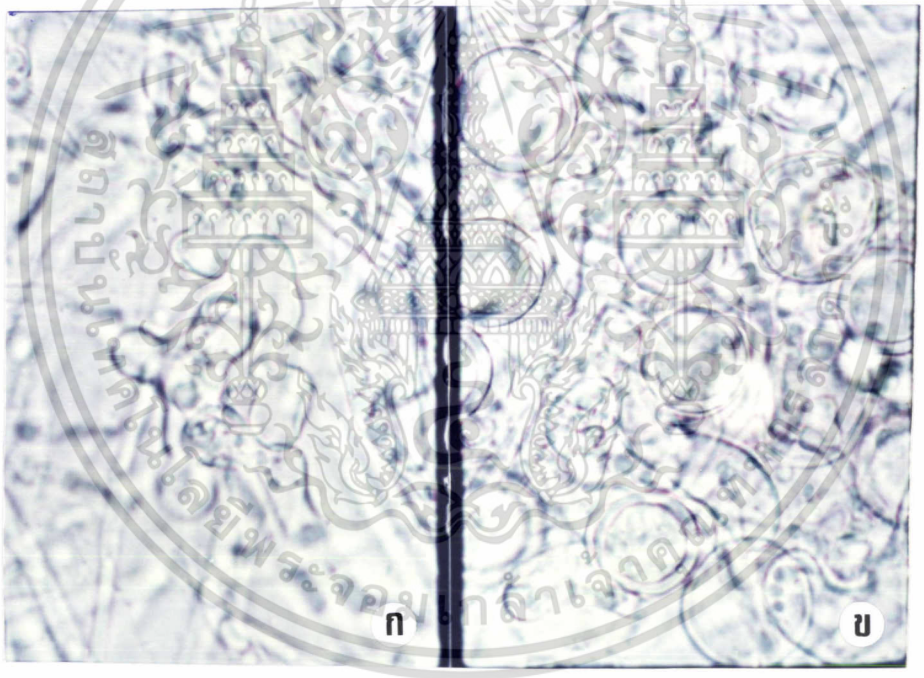


รูปที่ 5 ลักษณะทั่วไปของเชื้อ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.

ก - การเจริญบน PDA ที่อายุ 7 วัน

ข - ลักษะเส้นใย (400 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 แสดง sporangium และ oospore ของเชื้อ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.

ก - sporangium (400 เท่า)

ข - oospores (400 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรอาหาร Potato dextrose agar (PDA)

มันฝรั่ง	200	กรัม
น้ำตาล	20	กรัม
วุ้น	17	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

เตรียมโดยนำมันฝรั่งที่ล้างน้ำสะอาดแล้ว ตัดออกเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมจัตุรัสต้มกับน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร จนมันฝรั่งสุก ต้มต่อไปอีกสักครู่ จึงนำมากรองด้วยผ้าขาวบาง เอาเนื้อมันฝรั่งออก เติมน้ำตาล 20 กรัม ต้มและคนจนน้ำตาลละลาย แล้วนำส่วนผสมนี้ผสมกับวุ้นที่ต้มจนละลายในน้ำ 500 มิลลิลิตร ซึ่งได้ต้มละลายไว้ส่วนหนึ่ง ผสมโดยคนและตั้งไฟให้เข้ากัน เติมน้ำกลั่นแทนน้ำที่ขาดหายไปเนื่องจากการต้มจนครบ 1 ลิตร แล้วใส่ขวดหรือหลอดเลี้ยงเชื้อ นำไปนึ่งฆ่าเชื้อต่อไป

สูตรอาหาร Potato dextrose broth (PDB)

มันฝรั่ง	200	กรัม
น้ำตาล	20	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

เตรียมมันฝรั่งเช่นเดียวกับอาหาร PDA ต้มกับน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร จนมันฝรั่งสุก ต้มต่อไปอีกสักครู่ จึงนำมากรองด้วยผ้าขาวบาง เอาเนื้อมันฝรั่งออก เติมน้ำตาล 20 กรัม ต้มและคนจนน้ำตาลละลาย เติมน้ำกลั่นแทนน้ำที่ขาดหายไปเนื่องจากการต้ม จนครบ 1 ลิตร แล้วใส่ flask นำไปนึ่งฆ่าเชื้อต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอน เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ระดับความเข้มข้น	เส้นผ่าศูนย์กลาง (เซนติเมตร)										ผลรวม	เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10		
0	3.45	3.60	3.80	3.75	3.55	3.65	3.50	3.90	3.40	3.50	36.10	3.61
100	3.40	3.50	3.75	3.80	3.50	3.70	3.30	3.40	3.50	3.65	35.50	3.55
500	3.10	2.95	2.80	2.85	3.00	2.70	3.20	3.00	2.85	2.9	29.35	2.93
1000	2.05	2.45	2.30	2.40	2.50	2.35	2.25	2.55	2.45	2.4	24.15	2.41
2000	2.30	2.25	2.15	2.35	2.20	2.05	2.25	2.30	2.25	2.15	22.25	2.22
2500	0.45	0.80	0.85	0.75	0.90	0.80	0.75	0.60	0.90	0.85	8.15	0.81
3000	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40

ตารางผนวกที่ 1.1 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอน เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ANOVA

SOV	df	ss	Ms	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	6	111.418	18.570	1263.381**	2.25	3.12
Error	63	0.926	0.015			
Total	69	112.344	1.628			

** = Highly significant at 1% level

CV = 5.47%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ระดับความเข้มข้น	เส้นผ่าศูนย์กลาง (เซนติเมตร)										ผลรวม	เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10		
0	7.35	7.50	7.70	7.65	7.45	7.45	7.40	7.75	7.30	7.40	74.95	7.49
100	7.25	7.30	7.65	7.70	7.42	7.60	7.20	7.25	7.35	7.55	74.10	7.41
500	6.80	3.65	6.55	6.60	6.75	6.60	6.58	6.70	6.45	6.60	66.55	6.65
1000	6.00	6.00	5.90	5.95	6.10	5.65	5.95	6.10	6.05	5.90	59.90	5.99
2000	5.85	5.75	5.70	5.90	5.80	5.50	5.70	5.75	5.80	5.75	57.50	5.75
2500	2.55	2.45	2.50	2.40	2.45	2.50	2.45	2.35	2.50	2.40	24.55	2.45
3000	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40

ตารางผนวกที่ 2.1 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอน เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ANOVA

SOV	df	ss	Ms	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	6	477.103	79.517	5793.235**	2.25	3.12
Error	63	0.865	0.014			
Total	69	477.968	6.927			

** = Highly significant at 1% level

CV = 2.29%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 แสดงน้ำหนักสดของเส้นใยเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงในอาหาร PDB ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอนเป็นเวลา 1 สัปดาห์

ความเข้มข้น (ppm)	น้ำหนักสดของเส้นใย (กรัม)					ผลรวม	เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	R5		
0	4.8772	4.5725	4.2269	4.8993	4.6941	23.2650	4.65
100	4.5654	4.2171	4.2966	4.1688	4.2596	21.5075	4.30
500	4.9564	4.0886	4.0995	4.0311	4.0159	20.4015	4.08
1000	3.8521	3.7941	3.7412	3.6541	3.6109	18.6524	3.73
2000	3.2010	3.4953	3.4786	3.3395	3.4148	17.2292	3.44
2500	2.8453	2.8895	2.7371	2.9596	2.8943	14.3258	2.86
3000	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.01

ตารางผนวกที่ 3.1 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักสดของเส้นใยเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDB ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอนเป็นเวลา 1 สัปดาห์

ANOVA

SOV	df	ss	Ms	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	6	73.640	12.273	699.500**	2.45	3.53
Error	63	0.491	0.018			
Total	69	74.132	2.180			

** = Highly significant at 1% level

CV = 4.02%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 แสดงน้ำหนักแห้งของเส้นใยเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงในอาหาร PDB ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอนเป็นเวลา 1 สัปดาห์

ความเข้มข้น (ppm)	น้ำหนักแห้งของเส้นใย (กรัม)					ผลรวม	เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	R5		
0	0.2574	0.2372	0.2153	0.2620	0.2463	1.12182	0.24
100	0.268	0.2055	0.2516	0.224	0.2306	1.1449	0.22
500	0.2185	0.2103	0.2013	0.1876	0.1859	1.0036	0.20
1000	0.2058	0.2041	0.1956	0.1834	0.1824	0.9713	0.19
2000	0.1945	0.1941	0.1970	0.1640	0.1848	0.9244	0.18
2500	0.1257	0.1285	0.1347	0.1289	0.1256	0.6434	0.12
3000	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.01

ตารางผนวกที่ 4.1 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งของเส้นใยเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDB ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายซิลิคอนเป็นเวลา 1 สัปดาห์

ANOVA

SOV	df	ss	Ms	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	6	0.0226	0.034	160.486**	2.45	3.53
Error	63	0.006	0.000			
Total	69	0.212	0.006			

** = Highly significant at 1% level

CV = 8.67%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 แสดงจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2 วัน

ระดับความเข้มข้น	จำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ					ผลรวม	เฉลี่ย
	R1	R2	R2	R4	R5		
0	20	21	19	20	18	98	19.6
100	20	19	18	19	18	94	18.8
500	15	16	14	15	14	74	14.8
1000	0	0	0	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0	0	0
2500	0	0	0	0	0	0	0
3000	0	0	0	0	0	0	0

ตารางผนวกที่ 5.1 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายซิลิคอน ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2 วัน

ANOVA

SOV	Df	ss	Ms	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	6	2761.600	460.267	1193.284**	2.45	3.53
Error	28	10.800	0.386			
Total	34	2772.400	81.541			

** = Highly significant at 1% level

CV = 8.17%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 6 แสดงจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 2500, 3000 ppm เป็นเวลา 5 วัน

ระดับความเข้มข้น	จำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ					ผลรวม	เฉลี่ย
	R1	R2	R2	R4	R5		
1000	15	14	15	13	15	72	14.4
2000	12	12	11	10	12	57	11.4
2500	8	9	9	9	8	43	8.6
3000	0	0	0	0	0	0	0

ตารางผนวกที่ 6.1 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ เชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 2500, 3000 ppm เป็นเวลา 5 วัน

ANOVA

SOV	df	ss	Ms	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	3	577.200	192.400	405.053**	3.24	5.29
Error	16	7.600	0.475			
Total	19	584.800	30.779			

** = Highly significant at 1% level

CV = 8.01%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 แสดงจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 2500, 3000 ppm เป็นเวลา 5 วันครึ่ง

ระดับความเข้มข้น	จำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ					ผลรวม	เฉลี่ย
	R1	R2	R2	R4	R5		
1000	20	18	19	20	19	96	19.2
2000	17	15	13	15	17	77	15.4
2500	12	13	12	12	10	59	21.8
3000	0	0	0	0	0	0	0

ตารางผนวกที่ 7.1 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ เชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 2500, 3000 ppm เป็นเวลา 5 วันครึ่ง

ANOVA

SOV	df	ss	Ms	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	3	1034.00	344.667	293.333**	3.24	5.29
Error	16	18.800	1.175			
Total	19	1052.800	55.411			

** = Highly significant at 1% level

CV = 9.34%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8 แสดงจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 2500, 3000 ppm เป็นเวลา 6 วัน

ระดับความเข้มข้น	จำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ					ผลรวม	เฉลี่ย
	R1	R2	R2	R4	R5		
1000	22	19	20	22	20	103	20.6
2000	18	17	15	16	19	85	17
2500	14	15	14	14	13	70	14
3000	0	0	0	0	0	0	0

ตารางผนวกที่ 8.1 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ เชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 2500, 3000 ppmเป็นเวลา 6 วัน

ANOVA

SOV	df	ss	Ms	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	3	1218.600	406.200	338.500**	3.24	5.29
Error	16	19.200	1.200			
Total	19	1237.800	65.147			

** = Highly significant at 1% level

CV = 8.49%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 แสดงจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 2500, 3000 ppm เป็นเวลา 6 วันครึ่ง

ระดับความเข้มข้น	จำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ					ผลรวม	เฉลี่ย
	R1	R2	R2	R4	R5		
1000	22	20	20	22	22	106	21.2
2000	18	18	15	16	20	87	17.4
2500	14	15	15	14	14	72	14.4
3000	0	0	0	0	0	0	0

ตารางผนวกที่ 9.1 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ เชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 2500, 3000 ppm เป็นเวลา 6 วันครึ่ง

ANOVA

SOV	df	ss	Ms	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	3	1286.550	428.850	323.660**	3.24	5.29
Error	16	21.200	1.325			
Total	19	1307.750	68.829			

** = Highly significant at 1% level

CV = 8.69%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10 แสดงจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 2500, 3000 ppm เป็นเวลา 7 วัน

ระดับความเข้มข้น	จำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบ					ผลรวม	เฉลี่ย
	R1	R2	R2	R4	R5		
1000	22	20	20	22	22	106	21.2
2000	18	18	15	16	20	87	17.4
2500	14	15	15	14	14	72	14.4
3000	0	0	0	0	0	0	0

ตารางผนวกที่ 10.1 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของจำนวน sporangium ต่อใบหญ้า 1 ใบเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายที่ระดับความเข้มข้น 1000, 2000, 2500, 3000 ppm เป็นเวลา 7 วัน

ANOVA

SOV	df	ss	Ms	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	3	1286.550	428.850	323.660**	3.24	5.29
Error	16	21.200	1.325			
Total	19	1307.750	68.829			

** = Highly significant at 1% level

CV = 8.69%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 11 แสดงเวลาที่ใช้ในการปลดปล่อย sporangium ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2 วัน

ระดับความเข้มข้น	เวลาที่ใช้ในการปลดปล่อย (ชั่วโมง)					ผลรวม	เฉลี่ย
	R1	R2	R2	R4	R5		
0	1.54	1.55	1.57	1.57	1.58	7.81	1.526
100	1.51	1.52	1.54	1.55	1.55	7.67	1.534
500	2.55	2.57	2.58	2.59	3.00	13.29	3.058

ตารางผนวกที่ 11.1 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของเวลาที่ใช้ในการปลดปล่อย sporangium ของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. ที่เจริญในสารละลายซิลิคอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2 วัน

ANOVA

SOV	df	ss	Ms	F-ratio	F-table	
					0.05	0.01
Treatment	2	4.109	2.054	164.932**	3.89	6.93
Error	12	0.149	0.012			
Total	14	4.258	0.304			

** = Highly significant at 1% level

CV = 5.82%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้