ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

# ผลของน้ำส้มควันไม้ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum*, *Pythium myriotylum* และ *Fusarium* sp. ที่แยกได้จากระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

# Effect of wood vinegar on the growth of *Pythium aphanidermatum*, *Pythium myriotylum* and *Fusarium* sp. isolated from hydroponic crops


โดย

นายทวีศักดิ์ พจน์กระจ่าง


ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2548


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ภาควิชา เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ปริญญา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

เรื่อง

ผลของน้ำส้มควันไม้ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum*, *Pythium myriotylum* และ *Fusarium* sp. ที่แยกได้จากระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

Effect of wood vinegar on the growth of *Pythium aphanidermatum*, *Pythium myriotylum* and *Fusarium* sp. isolated from hydroponic crops

โดย

นาย ทวีศักดิ์ พจน์กระจ่าง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(ผศ.ดร.พรหมมาศ คูหากาญจน์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ. ชวาลา บุรณศิริ)

หัวหน้าภาควิชา เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่ 19 เดือน มี.ค. พ.ศ. 49

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทคัดย่อ


ชื่อเรื่อง : ผลของน้ำส้มควันไม้ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum*, *Pythium myriotylum* และ *Fusarium* sp. ที่แยกได้จากระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

โดย : นายทวีศักดิ์ พจน์กระจ่าง

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

สาขาวิชา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

อาจารย์ที่ปรึกษา : .....

(ผศ.ดร. พรหมมาศ คูหากาญจน์)

18 / ธ.ค. / 2549

ทำการทดสอบน้ำส้มควันไม้ 3 ชนิด คือ น้ำส้มควันไม้จากยูคาลิปตัส, กระถิน และไม้ไผ่ ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *P. aphanidermatum*, *P. myriotylum* และ *Fusarium* sp. พบว่า น้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด มีแนวโน้มในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราดังกล่าวได้ ดังนี้ การทดสอบกับเชื้อ *P. aphanidermatum* ในอาหารเหลว พบว่า น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้กระถินและไม้ไผ่ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ 87.10 และ89.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในการทดสอบในอาหารแข็ง พบว่า น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัส, กระถิน และไม้ไผ่ ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อดังกล่าวได้ 42.22, 49.10 และ 91.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการทดสอบโดยวิธี Paper dish assay พบว่า น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัส, กระถิน และไม้ไผ่ สามารถสร้างส่วนยับยั้งการเจริญเติบโต (Inhibition zone, I-zone) ได้ โดยมีขนาดของ I-zone เท่ากับ 2.70, 2.60 และ2.40 มิลลิเมตร ตามลำดับ และการทดสอบการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ พบว่า น้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด (pH 5.5) มีผลในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ได้อย่างสมบูรณ์ ในกรณีของเชื้อ *P. myriotylum* พบว่า น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัสและไม้ไผ่ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm ใส่ลงในอาหารเหลว สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ 37.31 และ 92.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้กระถินที่ความเข้มข้น 20,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ 77.46 เปอร์เซ็นต์ ในการทดสอบในอาหารแข็ง พบว่า น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัส, กระถิน และไม้ไผ่ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อดังกล่าวได้ดีที่สุด เท่ากับ 43.55, 45.10 และ91.11 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนการทดสอบโดยวิธี Paper dish assay พบว่า น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัส, กระถิน และไม้ไผ่สามารถสร้าง I-zone ได้ 2.00, 2.20


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 2.60 มิลลิเมตร ตามลำดับ และเมื่อทดสอบการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ พบว่า น้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด (pH 5.5) สามารถยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ได้อย่างสมบูรณ์เช่นกัน ส่วนการทดสอบกับเชื้อ *Fusarium* sp. พบว่า น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้กระถินและไม้ไผ่ ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm ใส่ลงในอาหารเหลวสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ 23.55 และ 24.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัสที่ความเข้มข้น 30,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ 22.07 เปอร์เซ็นต์ ในการทดสอบในอาหารแข็ง พบว่า น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัส, กระถิน และไม้ไผ่ ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ 21.77, 21.77 และ33.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการทดสอบโดยวิธี Paper dish assay พบว่า น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากยูคาลิปตัส, กระถิน และไม้ไผ่สามารถสร้าง I-zone ได้ 2.20, 2.80 และ 2.90 มิลลิเมตร ตามลำดับ และเมื่อทดสอบการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ พบว่า มีเฉพาะน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ไผ่เท่านั้นที่สามารถยับยั้งการสร้าง micro-conidia และ macro-conidia ได้ โดยที่ระดับความเข้มข้น 40,000 ppm สามารถยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ทั้งสองได้ 56.60 และ71.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Abstract


Title : Effect of wood vinegar on the growth of *Pythium aphanidermatum*, *Pythium myriotylum* and *Fusarium* sp. isolated from hydroponic crops.

By : Mr. Thaweesak pochkrachang

Degree : Bachelor of Science in Agricultural

Major field : Plant Pest Management Technology

Advisor : .....

(Asst. Prof. Dr. Prommart Koohakan)

18 / April / 2006



Three kinds of wood vinegar (from Eucalyptus, white popinac and bamboo woods) were tested their efficiency to inhibit the growth of fungi isolated from hydroponic crops. The results showed that *P. aphanidermatum* was inhibited by white popinac wood vinegar and bamboo wood vinegar at the concentration of 40,000 ppm applied in to the liquid culture media . The inhibition percentage was 87.10 and 89.84, respectively. In the solid culture media, the mycelial growth was also inhibited by eucalyptus wood vinegar, white popinac wood vinegar and bamboo wood vinegar at the concentration of 40,000 ppm, which inhibition percentage 42.22, 49.10 and 91.11, respectively. Paper dish assay showed inhibition zone at 2.70, 2.60 and 2.40 mm by three kinds of wood vinegar as mention previously. In addition, all wood vinegar (pH 5.5) absolutely inhibited zoospore production compared with acidity water control.

In case of *P. myriotylum*, the results showed that the mycelial growth was inhibited by eucalyptus wood vinegar and bamboo wood vinegar at the concentration of 40,000 ppm applied in to the liquid culture media. The inhibition percentage was 37.31 and 92.95, respectively. Besides, the white popinac wood vinegar able to inhibit 77.46% at the concentration of 20,000 ppm. In the solid culture media, the mycelial growth was also inhibited by eucalyptus wood vinegar, white popinac wood vinegar and bamboo wood vinegar at the concentration of 40,000 ppm, which inhibition percentage 43.55,


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

45.10 and 91.11, respectively. Inhibition zone by paper dish assay was found at 2.00, 2.20 and 2.60 mm by three kinds of wood vinegar as mention previously. In addition, all wood vinegar (pH5.5) absolutely inhibited zoospore production compared with acidity water control.

For *Fusarium* sp., the results were showed that the mycelial growth was inhibited by white popinac wood vinegar and bamboo wood vinegar at the concentration of 40,000 ppm applied in to the liquid culture media. The inhibition percentage was 23.55 and 24.37, respectively. The eucalyptus wood vinegar at the concentration of 30,000 ppm could inhibit the growth of mycelia 22.07%. In the solid culture media, the mycelial growth was also inhibited by eucalyptus wood vinegar, white popinac wood vinegar and bamboo wood vinegar at the concentration of 40,000 ppm, which inhibition percentage 21.77, 21.77 and 33.99, respectively. Paper dish assay showed inhibition zone at 2.20, 2.80 and 2.90 mm by three kinds of wood vinegar as mention previously. In addition, white popinac wood vinegar was inhibited micro-conidia and macro-conidia production at the concentration of 40,000 ppm, which inhibition percentage 56.60 and 71.93, respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คำนิยม

ปัญหาพิเศษนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ เนื่องจากความอนุเคราะห์จากผู้มีพระคุณหลายท่านที่เสียสละให้คำปรึกษา และช่วยแก้ปัญหาต่างๆในการปฏิบัติงานซึ่งผู้จัดทำต้องขอบพระคุณ ผศ.ดร. พรหมมาศ คูหากาญจน์ สำหรับความกรุณาให้คำปรึกษา และแนะนำการดำเนินงานต่างๆ และให้การสนับสนุนวัสดุในการวิจัยในบางส่วน ตลอดจนการตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษให้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์เรียบร้อย

ขอขอบพระคุณ ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง รวมทั้งคณาจารย์และคุณพิสมัย (ป้าไหม) เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ช่วยแนะนำเทคนิคต่างๆ ทั้งความกรุณาด้านอุปกรณ์ในการทดลองเป็นอย่างดี

สุดท้ายข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบิดา มารดา เป็นอย่างสูงที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาและให้กำลังใจเป็นอย่างดีจนทำให้ปัญหาพิเศษประสบผลสำเร็จได้ด้วยดี

ทวีศักดิ์ พจน์กระจ่าง

พฤษภาคม 2549

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | i |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ii |
| คำนิยม | iii |
| สารบัญ | v |
| สารบัญตาราง | vi |
| สารบัญภาพ | viii |
| สารบัญตารางภาคผนวก | x |
| บทนำ | 1 |
| วัตถุประสงค์ | 3 |
| ตรวจเอกสาร | 4 |
| อุปกรณ์และวิธีการ | 15 |
| ผลการทดลอง | 21 |
| วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง | 65 |
| เอกสารอ้างอิง | 68 |
| ภาคผนวก | 72 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก)

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1. | แสดงสารประกอบต่างๆในน้ำส้มควันไม้ | 4 |
| 2. | แสดงอุณหภูมิและขั้นตอนการเปลี่ยนเป็นถ่านในเตาอิวาเตะ | 7 |
| 3. | แสดงคุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ชนิดต่างๆ | 21 |
| 4. | แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราในอาหารเหลว PDB | 29 |
| 5. | แสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราในอาหารเหลว PDB โดยน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 30 |
| 6. | แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้(กระถิน)ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราในอาหารเหลว PDB | 31 |
| 7. | แสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราในอาหารเหลว PDB โดยน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 32 |
| 8. | แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราในอาหารเหลว PDB | 33 |
| 9. | แสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราในอาหารเหลว PDB โดยน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง | 34 |
| 10. | แสดงประสิทธิภาพและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนีโดยน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง | 43 |
| 11. | แสดงประสิทธิภาพและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง | 44 |
| 12. | แสดงประสิทธิภาพและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp.บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 8 วัน | 45 |
| 13. | แสดงประสิทธิภาพและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง | 47 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง(ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 14. | แสดงประสิทธิภาพและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง | 48 |
| 15. | แสดงประสิทธิภาพและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 8 วัน | 49 |
| 16. | แสดงประสิทธิภาพและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง | 51 |
| 17. | แสดงประสิทธิภาพและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง | 52 |
| 18. | แสดงประสิทธิภาพและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 8 วัน | 53 |
| 19. | แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้และสารทดสอบในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา ทดสอบโดยวิธี Paper dish assay | 58 |
| 20. | แสดงประสิทธิภาพของสารทดสอบในการยับยั้งส่วนขยายพันธุ์ (zoospore) ของเชื้อ *P. aphanidermatum* และ *P. myriotylum* | 60 |
| 21. | แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้และสารทดสอบในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อ *Fusarium* sp. | 63 |
| 22. | แสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อ *Fusarium* sp. โดยน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิด | 64 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ข)

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1. | แสดงการวางกระดาษกรองแผ่นกลมบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (PDA) | 18 |
| 2. | แสดงลักษณะโคโลนีและสปอร์ของเชื้อ *Pythium aphanidermatum* | 21 |
| 3. | แสดงลักษณะโคโลนีและสปอร์ของเชื้อ *Pythium myriotylum* | 22 |
| 4. | แสดงลักษณะโคโลนีและสปอร์ของเชื้อ *Fusarium* sp. | 23 |
| 5. | แสดงชนิดของน้ำส้มควันไม้ที่ใช้ในการทดสอบ | 24 |
| 6. | แสดงขนาดของโคโลนีของเชื้อ *P. aphanidermatum* ที่นำมาทดสอบกับน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส ) ที่ความเข้มข้นต่างๆ | 38 |
| 7. | แสดงขนาดของโคโลนีของเชื้อ *P. myriotylum* ที่นำมาทดสอบกับน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ความเข้มข้นต่างๆ | 38 |
| 8. | แสดงขนาดของโคโลนีของเชื้อ *Fusarium* sp. ที่นำมาทดสอบกับน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ความเข้มข้นต่างๆ | 39 |
| 9. | แสดงขนาดของโคโลนีของเชื้อ *P. aphanidermatum* ที่นำมาทดสอบกับน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ความเข้มข้นต่างๆ | 39 |
| 10. | แสดงขนาดของโคโลนีของเชื้อ *P. myriotylum* ที่นำมาทดสอบกับน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ความเข้มข้นต่างๆ | 40 |
| 11. | แสดงขนาดของโคโลนีของเชื้อ *Fusarium* sp. ที่นำมาทดสอบกับน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ความเข้มข้นต่างๆ | 40 |
| 12. | แสดงขนาดของโคโลนีของเชื้อ *P. aphanidermatum* ที่นำมาทดสอบกับน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ความเข้มข้นต่างๆ | 41 |
| 13. | แสดงขนาดของโคโลนีของเชื้อ *P. myriotylum* ที่นำมาทดสอบกับน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ความเข้มข้นต่างๆ | 41 |
| 14. | แสดงขนาดของโคโลนีของเชื้อ *Fusarium* sp. ที่นำมาทดสอบกับน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ความเข้มข้นต่างๆ | 42 |
| 15. | กราฟการเจริญเติบโตของเชื้อราบนอาหาร PDA ที่มีส่วนผสมของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ความเข้มข้นต่างๆ | 46 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ(ต่อ)


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 16. | กราฟการเจริญเติบโตของเชื้อราบนอาหาร PDA ที่มีส่วนผสมของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ความเข้มข้นต่างๆ | 50 |
| 17. | กราฟการเจริญเติบโตของเชื้อราบนอาหาร PDA ที่มีส่วนผสมของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ความเข้มข้นต่างๆ | 54 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# (ค)
# สารบัญตารางภาคผนวก

**ตารางภาคผนวกที่** **หน้า**


1. แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* 73
2. แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* 73
3. แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. 74
4. แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* 74
5. แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* 75
6. แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. 75
7. แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* 76
8. แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* 76
9. แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. 77
10. แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 12 ชั่วโมง 77
11. แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 12 ชั่วโมง 78
12. แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 1 วัน 78


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)


| ตารางภาคผนวกที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 13. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 24 ชั่วโมง | 79 |
| 14. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 24 ชั่วโมง | 79 |
| 15. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 2 วัน | 80 |
| 16. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง | 80 |
| 17. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง | 81 |
| 18. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 3 วัน | 81 |
| 19. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 4 วัน | 82 |
| 20. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 5 วัน | 82 |
| 21. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 6 วัน | 83 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)


| ตารางภาคผนวกที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 22. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 7 วัน | 83 |
| 23. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 8 วัน | 84 |
| 24. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 12 ชั่วโมง | 84 |
| 25. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 12 ชั่วโมง | 85 |
| 26. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 1 วัน | 85 |
| 27. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 24 ชั่วโมง | 86 |
| 28. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 24 ชั่วโมง | 86 |
| 29. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 2 วัน | 87 |
| 30. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง | 87 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)


| ตารางภาคผนวกที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 31. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง | 88 |
| 32. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 3 วัน | 88 |
| 33. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 4 วัน | 89 |
| 34. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 5 วัน | 89 |
| 35. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 6 วัน | 90 |
| 36. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 7 วัน | 90 |
| 37. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 8 วัน | 91 |
| 38. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 12 ชั่วโมง | 91 |
| 39. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 12 ชั่วโมง | 92 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)


| ตารางภาคผนวกที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 40. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 1 วัน | 92 |
| 41. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 24 ชั่วโมง | 93 |
| 42. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 24 ชั่วโมง | 93 |
| 43. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 2 วัน | 94 |
| 44. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง | 94 |
| 45. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง | 95 |
| 46. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 3 วัน | 95 |
| 47. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 4 วัน | 96 |
| 48. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 5 วัน | 96 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)


| ตารางภาคผนวกที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 49. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 6 วัน | 97 |
| 50. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 7 วัน | 97 |
| 51. | แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 8 วัน | 98 |
| 52. | แสดงประสิทธิภาพของสารที่ใช้ทดสอบในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* โดยวิธี Paper dish assay | 98 |
| 53. | แสดงประสิทธิภาพของสารที่ใช้ทดสอบในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* โดยวิธี Paper dish assay | 99 |
| 54. | แสดงประสิทธิภาพของสารที่ใช้ทดสอบในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. โดยวิธี Paper dish assay | 99 |
| 55. | แสดงประสิทธิภาพของสารทดสอบในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ (zoospore) ของเชื้อ *P. aphanidermatum* | 100 |
| 56. | แสดงประสิทธิภาพของสารทดสอบในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ (zoospore) ของเชื้อ *P. myriotylum* | 100 |
| 57. | แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ (micro-conidia) ของเชื้อ *Fusarium* sp. | 101 |
| 58. | แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ (macro-conidia) ของเชื้อ *Fusarium* sp. | 101 |
| 59. | แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ (micro-conidia) ของเชื้อ *Fusarium* sp. | 102 |
| 60. | แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ (macro-conidia) ของเชื้อ *Fusarium* sp. | 102 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)


| ตารางภาคผนวกที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 61. | แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ (micro-conidia) ของเชื้อ *Fusarium* sp. | 103 |
| 62. | แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ (macro-conidia) ของเชื้อ *Fusarium* sp. | 103 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทนำ

พืชผักจัดเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของมนุษย์ ที่อุดมไปด้วยแร่ธาตุ วิตามิน และเกลือแร่ต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อร่างกาย ดังนั้นแนวโน้มของปริมาณความต้องการพืชผักจึงเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้นด้วย ส่งผลให้พืชผักมีความสำคัญในทางเศรษฐกิจ เป็นสินค้าที่ทำรายได้จำนวนมากให้แก่ประเทศเกษตรกรรมต่าง ๆ สำหรับประเทศไทยมีการผลิตพืชผักไม่น้อยกว่า 80 ชนิด ผลผลิตพืชผักจะมีออกสู่ตลาดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับฤดูกาลสภาพดินฟ้าอากาศ โรค และแมลง ผักที่นิยมปลูกส่วนใหญ่จะเป็นผักกินใบเกือบทุกชนิดในปัจจุบันการปลูกพืชผักนั้นนอกจากจะเพื่อสนองความต้องการสำหรับบริโภคภายในประเทศแล้ว ยังเพื่อการส่งออกผักและผลิตภัณฑ์ผักไปยังต่างประเทศด้วย (ปราโมทย์, 2540; กิตติ และอรสา, 2543) แต่ปัญหาที่เกษตรกรต้องประสบเป็นอย่างมาก คือ โรครากเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Pythium* sp. และ *Fusarium* sp. โดยเชื้อโรคเข้าทำลายหลังจากที่ต้นกล้างอก โดยอาการเริ่มแรกจะเกิดรอยช้ำใสๆ ที่บริเวณโคนของต้นกล้า รอยช้ำจะแผ่ขยายออกรอบโคนต้น และกลายเป็นสีน้ำตาล เนื้อเยื่อส่วนนี้จะคอดลงทำให้ต้นกล้าหักพับ (ศศิธร, 2545) ซึ่งโรคดังกล่าวนี้จะทำความเสียหายให้กับพืชผักทั้งที่ปลูกในดินและพืชผักที่ปลูกโดยไม่ใช่ดินให้ได้รับความเสียหายมากมาย ทำให้เกษตรกรบางกลุ่มยังคงใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ถึงแม้ว่าสารเคมีดังกล่าวอาจจะทำให้ผลผลิตมีคุณภาพและปริมาณเพิ่มมากขึ้นได้บ้างเนื่องจากสามารถสกัดการเข้าทำลายของศัตรูพืชต่าง ๆ แต่ในทางตรงกันข้ามการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในปริมาณที่มากเกินไป จะทำให้เกิดผลตกค้างในผลผลิตและสภาพแวดล้อมซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และทำลายสภาพแวดล้อม จากพิษภัยของสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้สหภาพยุโรปสนใจและจับตาดูการเกษตรของประเทศไทย เพื่อใช้เป็นสาเหตุในการกีดกันสินค้าที่นำเข้าจากประเทศไทย โดยใช้ปริมาณสารพิษตกค้างในผลผลิตและการทำลายสภาพแวดล้อมเป็นข้ออ้างซึ่งทางหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรทั้งสถาบันการศึกษาและหน่วยงานราชการ พยามยามส่งเสริมให้เกษตรลดการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชลงโดยเน้นการรักษาสภาพแวดล้อมให้ปลอดภัยเป็นหลัก เพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางของการเกษตรแบบยั่งยืน(sustainable agriculture) (มารศรี, 2538; Jaenaksorn , 2000)

ดังนั้นแนวทางหนึ่งเพื่อช่วยลดปัญหาจากการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชลง คือ ความพยายามในการหาสารออกฤทธิ์ประเภทอื่น ที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรค อาทิเช่น น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) ซึ่งเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติมาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา น้ำส้มควันไม้มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลใสมีกลิ่นควัน มีความเป็นกรด โดยของเหลานี้ผลิตได้จากการควบแน่นของควันไฟที่เกิดขึ้น ในระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเผาถ่านจึงเกิดเป็นน้ำส้มควันไม้ออกมา (wood vinegar) มีรายงานว่าน้ำส้มควันไม้ มีประโยชน์ในทางการเกษตรหลายประการ ได้แก่ ช่วยฟื้นฟูและปรับปรุงดิน, เร่งการเจริญเติบโตของรากพืช, ช่วยให้พืชออกดอกและติดผลง่ายขึ้น, ช่วยเสริมสร้างความสมบูรณ์แข็งแรงต้านทานโรคและช่วยป้องกันและกำจัดโรคที่สำคัญ ได้แก่ โรคที่เกี่ยวกับระบบราก ที่เกิดจากเชื้อ *Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Sclerotium* sp. และโรคเน่าเละที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย แต่มีข้อจำกัดคือต้องใช้ผสมน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสมจึงจะเกิดประโยชน์สูงสุด

จากเหตุผลดังกล่าวจึงได้ทดลองนำเอา น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) ชนิดต่างๆ ได้แก่ น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัส ไม้กระถิน และไม้ไผ่มาทดลองยับยั้ง เชื้อ *Pythium aphanidermatum*, *Pythium myriotylum* และ *Fusarium* sp. เพื่อเป็นแนวทางในการควบคุมโรคและลดปริมาณการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้น้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราที่แยกได้จากระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ได้แก่ เชื้อ *Pythium aphanidermatum* , *Pythium myriotylum* และ *Fusarium* sp.
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Pythium aphanidermatum* , *Pythium myriotylum* และ *Fusarium* sp.
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ ที่มีผลต่อการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อ *Pythium aphanidermatum* , *Pythium myriotylum* และ *Fusarium* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ตรวจเอกสาร

## 1. น้ำส้มควันไม้ (WOOD VINEGAR)

ระบบการผลิตถ่านไม้แบบดั้งเดิมหรือแม้กระทั่งโรงงานเตาเผาถ่านในปัจจุบันในหลายแห่งยังไม่มีระบบที่ใช้ประโยชน์จากของเหลือ (waste) อันเนื่องมาจากขั้นตอนการเผาถ่านซึ่งต้องมีควันไม้เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก จนอาจจะเป็นการทำลายสิ่งแวดล้อมด้านสภาพอากาศได้ เตาเผาถ่านที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพสูงนั้น หากทำการจัดสร้างและติดตั้งอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการใช้ประโยชน์จากควันไม้เหล่านั้น ก็จะสามารถผลิตผลพลอยได้ (by product) ซึ่งผลผลิตดังกล่าว ได้แก่ น้ำส้มควันไม้ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรมหรือเกษตรกรรมได้หลายอย่างและมีประสิทธิภาพดี

น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) หรือ pyroligneous acid เป็นของเหลวสีน้ำตาลใสมีกลิ่นควันไฟ ชิมดูจะมีรสเปรี้ยวเนื่องจากสภาพความเป็นกรด โดยของเหลวนี้ได้มาจากการควบแน่นของควันไฟที่เกิดขึ้น ในขณะที่ไม้ฟืนกำลังเปลี่ยนเป็นถ่านในเตาเผา (ขั้นตอนนี้เรียกว่า carbonization) เหลือสารประกอบที่มีอยู่ในเนื้อไม้ คือ fiber cellulose, hemicellulose และ lignin รวมทั้งยังมีสารประกอบของ tannin อีกเล็กน้อย เมื่อสารประกอบเหล่านี้เข้าสู่ขบวนการเผาไหม้ ใยไม้จะถูกเผาไหม้ก่อนที่อุณหภูมิ 275 องศาเซลเซียส ต่อจากนั้นแกนไม้จะถูกเผาไหม้ที่อุณหภูมิ 375 องศาเซลเซียส สารที่ออกมาเป็นลำดับแรกจะเป็นควันสีขาวหลังจากนั้นจะได้กลิ่นควันที่ฉุน ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ของ hemicellulose และ cellulose ควันที่มีกลิ่นฉุนรุนแรงจะออกมาเป็นลำดับสุดท้ายในการเผาไหม้ของแกนไม้จะได้ควันเป็นสีม่วง ทำให้สารประกอบในน้ำส้มควันไม้มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับเนื้อไม้ (นิพนธ์, 2545)

ตารางที่ 1 สารประกอบต่างๆในน้ำส้มควันไม้

| ชนิด | สารประกอบ |
|---|---|
| Organic acid | formic acid, acetic acid, propinoic acid, butyric acid, isobotyric acid, valeric acid, isovaleric acid, crotonic acid, isocapronic acid, tiglic acid, enanthic acid, levulinic acid, etc. |
| Phenol | phenol, o.m.p-cresol, 2,4-xylenol, 3,5-xylenol, 4-ethyl-propylphenol, 4-propylphenol, guaiaclo, cresol, 4-ethyl- guaiacol, 4-propyl-guaiacol, pyrogallol, 5-methylpyrogallol, etc. |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1(ต่อ) สารประกอบต่างๆในน้ำส้มควันไม้

| ชนิด | สารประกอบ |
|---|---|
| Carbonyl compound | formaldehyde, acetaldehyde, propuonaldehyde, isobutylaldetyde, butylaldehyde, valeraldetydc, isovaleraldehyde, glyoxal, acrolein, crotonaldehyde, furfural, 5-hydroxymethylfural, acetone, etc. |
| Alcohol | Methanol, ethanol, propanol, isopropanol, allylacohol, isobutylalcohol, isoamyl alcohol, etc. |
| Neutral ingredients | Levoglucosan, acetol, maltor, organic acic methyl ester, veratrole, 4-methyl, 4-ethyl veratrole, 4-propyl veratrole, 3,4-benzopyrene, 1,2,5,6-dibenzanthracene, 20-methylcholinserne, etc. |
| Basic ingredients | Ammonia, methylamine, dimethylanine, pyridine, methylpyridine, dimethylpyridine, trimethylamine, etc. |

ที่มา : พุฒินันท์ (2546)

**1.1 องค์ประกอบและคุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้**

น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบต่างๆมากกว่า 200 ชนิด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 สารประกอบดังกล่าวได้จากการสลายตัวของไม้ด้วยความร้อนเกิดเป็นสารประกอบใหม่หลายชนิด เช่น กรดอินทรีย์และแอลกอฮอล์ชนิดต่างๆ ได้จากการสลายตัวของ hemicellulose และ cellulose ส่วน phenol ได้มาจากการสลายตัวของ lignin แต่โดยภาพรวมแล้วน้ำส้มควันไม้มีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ชนิด ได้แก่ น้ำ ประมาณ 85%, กรดอินทรีย์ ประมาณ 3%, และสารอินทรีย์อื่นๆ อีกประมาณ 12% มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 3 ความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.012-1.024 แตกต่างกันไปตามชนิดของไม้ เช่นน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัสจะมีความเป็นกรดต่ำและมีสีใส แต่มีเมทานอลสูงกว่าไม้กระถินยักษ์หรือไม้สะเดา เป็นต้น (พุฒินันท์, 2546)

**1.2 กระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้**

น้ำส้มควันไม้สามารถเก็บได้โดยอาศัยเครื่องมือง่ายๆ โดยอาศัยการถ่ายเทความร้อนจากปล่องดักควันที่มีอุณหภูมิสูง สู่อากาศรอบปล่องดักควันที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ความชื้นในควันก็จะควบแน่นเป็นหยดน้ำ แล้วนำมารวบรวมและทำให้บริสุทธิ์ขึ้นก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ จุดสำคัญของการเก็บน้ำส้มควันไม้ก็คือ ต้องให้ปล่องดักควันอยู่ห่างจากปากปล่องควันของเตาเผาถ่าน 20-30 เซนติเมตร หากทั้งสองส่วนเชื่อมต่อกันโดยตรงจะเท่ากับเป็นการต่อความยาวให้กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปล่องควันของเตา ซึ่งอาจจะมีผลกระทบไปถึงการไหลเวียนของอากาศภายในเตา และส่งผลถึงคุณภาพและผลผลิตของถ่านไม้ด้วย

อุปกรณ์ที่ใช้ดักน้ำส้มควันไม้ต้องทำจากวัสดุทนกรด เช่น เหล็กไร้สนิม ซึ่งมีราคาแพง ดังนั้นหากต้องการเก็บน้ำส้มควันไม้จากเตาผลิตถ่านที่มีปล่องควันหลายจุด ก็จะต้องลงทุนสูงกว่าเตาผลิตถ่านที่มีปล่องควันจุดเดียว เช่น เตาอิวาเตะ ผลผลิตของน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเก็บโดยการระบายความร้อนด้วยอากาศจะได้ประมาณ 8 % ของน้ำหนักไม้ฟืน เมื่อนำไปผ่านขบวนการทำให้บริสุทธิ์ก็จะเหลือผลผลิตเพียงประมาณ 5 % หากต้องการเพิ่มผลผลิตของน้ำส้มควันไม้ สามารถทำได้โดยการนำท่อหล่อเย็นติดตั้งในปล่องดักควันก็จะได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น อาจได้ถึง 15 % สำหรับขั้นตอนและคุณสมบัติที่เหมาะสมในการเก็บน้ำส้มควันไม้จากเตาเผาอิวาเตะ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 นอกจากนี้ความร้อนจากสารที่ใช้หล่อเย็นซึ่งอาจใช้น้ำหรืออากาศ ก็จะได้น้ำร้อนหรืออากาศร้อนมาใช้ประโยชน์ต่อไป

**1.3 การทำน้ำส้มควันไม้ให้บริสุทธิ์**

น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเก็บจากเตาผลิตถ่าน ยังไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทันที เนื่องจากการเปลี่ยนเป็นถ่านไม่ได้เกิดขึ้นพร้อมกันทั้งเตา แต่จะเริ่มก่อนที่หน้าเตาด้านบน แล้วแผ่กระจายมายังหลังเตาด้านล่าง ดังนั้นควันที่ออกมาจากปล่องควันจึงเป็นควันที่ผสมกันระหว่างควันอุณหภูมิต่ำและสูง และเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 310 องศาเซลเซียส ลิกนินก็จะเริ่มสลายตัว ก็จะมีน้ำมันดิบ (tar) และสารระเหยง่าย (volatile) ปนออกมาด้วย น้ำมันดิบที่ละลายน้ำไม่ได้จะนำไปใช้ประโยชน์ในการเกษตรไม่ได้เพราะจะไปปิดปากใบของพืช และเกาะติดรากพืช ทำให้พืชเติบโตหรือตายได้

**การทำให้น้ำส้มควันไม้บริสุทธิ์สามารถทำได้ 3 วิธี** (พุฒินันท์, 2546)

1. การปล่อยให้ตกตะกอน โดยนำน้ำส้มควันไม้มาเก็บในถังทรงสูง มีความสูงมากกว่าความกว้างประมาณ 3 เท่า โดยทิ้งให้ตกตะกอนประมาณ 90 วัน น้ำส้มควันไม้ก็จะตกตะกอนแบ่งเป็น 3 ชั้น ชั้นบนสุดจะเป็นน้ำมันใส (light oil) ชั้นกลางเป็นของเหลวใสสีชา คือ น้ำส้มควันไม้ และชั้นล่างเป็นของเหลวข้นสีดำ คือ น้ำมันดิบ หากนำผงถ่านมาผสมประมาณ 5 % โดยน้ำหนัก ผลถ่านก็จะดูดซับทั้งน้ำมันใสและน้ำมันดิบให้ตกตะกอนลงสู่ชั้นล่างสุดในเวลาที่เร็วขึ้น ในระหว่างการปล่อยให้ตกตะกอน สารประกอบในน้ำส้มควันไม้จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจน และทำปฏิกิริยาซึ่งกันและกัน เปลี่ยนเป็นสารประกอบใหม่ที่มีโมเลกุลยาวขึ้น เช่น ฟอมาดีไฮด์ (fomadehyde) ทำปฏิกิริยากับฟีนอล (phenol) เปลี่ยนเป็นน้ำมันดิบแล้ว ตกตะกอนหรือจับตัวติดแน่นกับผนังของถังเก็บ ดังนั้นหากนำน้ำส้มควันไม้มากรองโดยไม่ตกตะกอนเสียก่อนก็จะเกิดน้ำมันดิบใหม่ได้ทั้ง ๆ ที่ได้ผ่านการกรองแล้ว หลังจากตกตะกอนจนครบกำหนดแล้ว นำน้ำส้มควันไม้มากรองซ้ำอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยผ้ากรอง แล้วจึงนำไปใช้ประโยชน์ได้ น้ำส้มควันไม้ที่บริสุทธิ์ต้องมีน้ำมันดิบไม่เกิน 1 % ซึ่งมารถตรวจสอบได้ง่ายโดยการดูความใสหากมีน้ำมันดิบเกิด 1 % น้ำส้มควันไม้จะขุ่นและมีสีดำ น้ำส้มควันไม้ที่ดีจะมีลักษณะใส สีชา หรือน้ำตาลแดง

2. การกรอง โดยใช้ผ้ากรองหรือถังกรองที่ใช้ผงถ่านกัมมันต์ ซึ่งจะได้คุณสมบัติแตกต่างกันไป เพราะถ่านกัมมันต์จะลดความเป็นกรดของน้ำส้มควันไม้ และจะใช้วิธีนี้เพื่อนำไปเป็นวัตถุดิบในการอุตสาหกรรม

3. การกลั่น โดยกลั่นได้ทั้งในความดันอากาศ และกลั่นแบบลดความดัน รวมทั้งกลั่นแบบลำดับส่วน เพื่อแยกเฉพาะสารหนึ่งสารใดในน้ำส้มควันไม้มาใช้ประโยชน์มักใช้ในอุตสาหกรรมผลิตยา

ตารางที่ 2 แสดงอุณหภูมิและขั้นตอนการเปลี่ยนเป็นถ่านในเตาอิวาเตะ

| สีของควัน | สีของควันที่กลั่นตัวติดกระเบื้องเคลือบ | อุณหภูมิที่ปล่องควัน (องศาเซลเซียส) | อุณหภูมิภายในเตา (10 ซม. ต่ำจากเพดานเตา (องศาเซลเซียส) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|
| ขาวปนเหลืองอ่อน | หยดน้ำใส | 80-82 | 320-350 | เริ่มขั้นตอนเปลี่ยนเป็นถ่าน |
| น้ำตาลปนเทา | ของเหลวสีน้ำตาล | 82-85 | 350-380 | เริ่มเก็บน้ำส้มควันไม้ |
| น้ำตาลปนเทา | ของเหลวสีชา | 90-100 | 380-400 | สีน้ำส้มควันไม้เข้มและมีความหนืดมากขึ้น |
| น้ำตาลปนขาว | ของเหลวสีน้ำตาลเป็นเส้นเล็กๆ | 100-150 | 400-430 | |
| น้ำตาลปนขาว | ของเหลวสีน้ำตาลเป็นเส้นใหญ่ | 150-170 | 430-450 | หยุดเก็บน้ำส้มควันไม้ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2(ต่อ) แสดงอุณหภูมิและขั้นตอนการเปลี่ยนเป็นถ่านในเตาอิวาเตะ

| สีของควัน | สีของควันที่กลั่นตัวติดกระเบื้องเคลือบ | อุณหภูมิที่ปล่องควัน (องศาเซลเซียส) | อุณหภูมิภายในเตา (10 ซม. ต่ำจากเพดานเตา (องศาเซลเซียส) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|
| น้ำตาลปนขาว | ของเหลวสี | 150-230 | 450-500 | ขั้นตอน |
| น้ำเงินอ่อนปนขาว | น้ำตาลเป็นจุด | 230-250 | 500-530 | เปลี่ยนเป็น |
| น้ำเงินปนขาว | | 260-300 | 540-570 | ถ่านเสร็จสิ้นสมบูรณ์ |
| ม่วงน้ำเงิน | จุดสีเทา ไม่มีความชื้น | 330-350 | 600-650 | เริ่มขั้นตอนทำให้ถ่านบริสุทธิ์ |
| ควันใส | สีเทาไม่มีจุด | | 700-800 | ปิดเตา |

ที่มา : พุฒินันท์ (2546)

**1.4** การนำน้ำส้มควันไม้มาใช้ประโยชน์ในทางการเกษตร

นิพนธ์ (2545) รายงานว่า น้ำส้มควันไม้มีส่วนผสมมากมายและสารออกฤทธิ์หลายด้าน เช่น การคาบคุมโรคพืชและศัตรูพืช ช่วยการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ ช่วยให้รากพืชเจริญเติบโตดี นอกจากนี้น้ำส้มควันไม้ ยังมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำได้ดี เพราะมีสารประกอบของแอลกอฮอล์, คีโตน, แอลดีไฮด์ และยังสามารถใช้เป็นตัวละลายสารเคมีเกษตรซึ่งจะทำให้พืชดูดซึมได้ง่ายขึ้น

นิพนธ์ (2545) รายงานว่า เมื่อนำน้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) มาทดสอบกับเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบ ได้แก่ *Trichoderma harzianum* (PC01), *Trichoderma harzianum* (PC02), *Gliocladium virens* (GV), *Penicillium variable* (PV), *Aspergillus oryzae* (AsO) และ *Chaetomium globosum* (Chi-g) และเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคได้แก่ *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*, *Colletotrichum gloeosporioides* และ *Phytophthora parasitica* พบว่าน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้น 5,000 ppm. มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการสร้างสปอร์ได้ดีที่สุด ทั้งในกรณีของเชื้อต่อต้านและเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

suzuki *et. al.*, (1989) รายงานว่า การใช้ pyroligneous acid และของผสมระหว่าง charcoal กับ pyroligneous acid ร่วมกับการปลูกข้าว พบว่า จะช่วยเพิ่มอัตราการหายใจ, ความสูงของต้นข้าว, ความยาวของรากและการแตกแขนงของราก ส่งผลให้ข้าวมีความสมบูรณ์และผลผลิตเพิ่มขึ้น 17%

Uehara *et. al.*, (1993) รายงานว่า น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) ที่สกัดได้จากไม้โอ๊ก ถูกนำมาทดสอบการงอก และการเพิ่มการเจริญเติบโตของเมล็ดพืช พืชที่ใช้ทดสอบ ได้แก่ lettuce, water-cress, honewort และ garland chrysanthemum ผลการทดสอบ พบว่า lettuce จะงอกภายใน 1 วัน ส่วน honewort จะงอกภายในวันที่ 2 และwater-cress กับ garland chrysanthemum จะงอกหลังจากนั้นเล็กน้อย โดยการใช้น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) ที่ความเข้มข้น $10^{-3}$ ด้วยการเจือจาง และการใช้น้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้น $10^{-4}$-$10^{-6}$ สามารถยับยั้งการงอกของพืชได้ เมื่อทดสอบในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินกับพืช water-cress พบว่ามีการยับยั้งการงอกเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อทดสอบในแปลงปลูก เปอร์เซ็นต์การยับยั้งเพิ่มขึ้นอีก 15% โดยสรุปแล้วน้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) มีผลต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดพืช แต่ไม่ทำให้ผลผลิตลดลง

Ohta and Zhang., (1994) ได้ทำการทดสอบโดยนำน้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) ผสมลงในขี้เลื่อย และนำมาเลี้ยงเชื้อ *Flammulina velutipes*, *Lentinus edodes* และ *Pleurotus ostrestus* โดยเลี้ยงเชื้อไว้แยกกัน จากนั้นดูการเจริญเติบโตของเส้นใย การสร้างและขยายของ fruiting body โดยใช้น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) ที่ความเข้มข้น 0.05-0.25 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ของขี้เลื่อย พบว่าน้ำส้มควันไม้มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราทั้ง 3 ชนิด

Yoshimoto and Huang., (1994) รายงานว่า ในประเทศญี่ปุ่น จะมีการใช้ wood vinegar ที่ผลิตได้ 40 ล้านลิตรในแต่ละปีโดย ครึ่งหนึ่งนำไปใช้ในการเกษตร เพื่อวัตถุประสงค์ในการควบคุมไส้เดือนฝอย, โรคพืชที่เกิดจากเชื้อรา และไวรัส นอกจากนี้ยังเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช และมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในดินรวมทั้งการงอกของพืชบางชนิดด้วย

Numata *et. al.*, (1994) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ที่นำ pyroligneous acid (wood vinegar) มาใช้ควบคุมโรคทางดิน โดยได้ทำการทดสอบกับเชื้อ *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia homoeocarpa*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Phytopthora capsici* และ *Pythium aphanidermatum*.

Chang *et. al.*, (1995) รายงานว่า เมื่อเติม wood vinegar ลงในขี้เลื่อยและอาหาร PDA ที่ใช้เลี้ยงเชื้อ *Flammulina velutipes*, *Pleurotus ostreatus* และ *Hypsizigus marmoreus* พบว่า เมื่อเติม wood vinegarในอัตรา 0.07% มีผลในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ดี แต่เมื่อเติม 10% ของ wood vinegar จะมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยของเชื้อ *Trichoderma harzianum* อย่างสมบูรณ์ หลังจากที่ทำการเลี้ยงเชื้อ 5 วัน ดังนั้น wood vinegar จึงมีความเป็นไปได้ที่เป็นสารฆ่าเชื้อราที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเห็ดที่ใช้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Du HuaGuan *et. al.*, (1998) รายงานว่า เมื่อนำต้นกล้ามะเขือเทศแช่ลงในสารละลาย pyroligneous acid แล้วนำไปปลูกจะทำให้จำนานราก, ความยาวราก และน้ำหนักรากแห้งเพิ่มขึ้น และจากการทดลองปลูกมะเขือเทศในกระถาง โดยนำ charcoal ผสมกับ pyroligneous acid แล้วนำไปเป็นวัสดุปลูกจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและกิจกรรมของรากเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสง ส่งผลให้น้ำหนักแห้งของรากและหัวมันเทศเพิ่มขึ้น

Tsuzuki *et. al.* (2000) รายงานว่า การนำ pyroligneous acid ที่ประกอบด้วย 4- ethyl phenol (0.01 g/liter), vanillin, guaiacol, m-cresol และ o- cresol มาใช้ประโยชน์ร่วมกับการเพาะปลูกข้าว จะช่วยให้รากข้าวเจริญเติบโตดีขึ้น

Sulaiman *et. al.*, (2005) รายงานว่า การใช้น้ำส้มควันไม้ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆกัน คือ 10, 50 และ 100% เมื่อนำมาทดสอบกับเชื้อแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิดได้แก่ *Ralstonia* sp., *Pseudomonas* sp.และ *Alcaligenes* sp. พบว่าน้ำส้มควันไม้ที่ระดับความเข้มข้นสูง (50และ100%) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียได้ ในการทดลองกับเชื้อรา พบว่าเมื่อนำมาทดสอบกับเชื้อราทั้ง 7 ชนิด ได้แก่ *Gloeophyllum trabeum*, *Coriolus versicolor*, *Chaetomium globosum*, *Penicillium digitatum*, *Aspergillus nigar* และ*Trichoderma viride* ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราดังกล่าวได้ ยกเว้น เชื้อ *Aureobasidium pullulans* โดยถูกยับยั้งการเจริญเติบโตได้ที่ระดับความเข้มข้นที่ 50 และ100%

**2. โรคที่เกิดจากเชื้อ *Pythium* sp. และการป้องกันกำจัด**

พรหมมาศ และคณะ (2539) รายงานว่า เชื้อ *Pythium* ที่ตรวจพบได้ในประเทศไทย มีอยู่ด้วยกันหลาย spicies แต่สำหรับในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน จากการศึกษาเบื้องต้นสามารถตรวจพบเชื้อ *Pythium* ที่ปนเปื้อนอยู่ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบมีวัสดุปลูก ที่ใช้ปลูกแตงกวายุโรป โดยสามารถจัดจำแนกได้เป็น 4 spicies ด้วยกัน คือ *Pythium aphanidermatum*, *P. carolinianum*, *P.* group G และ *P.* group HS ปริมาณและความถี่ที่ตรวจพบได้ในสารละลายธาตุอาหารพบว่า *P. carolinianum* เป็น Spicies ที่ตรวจพบได้ในปริมาณความถี่ที่มากที่สุด รองลงมาได้แก่ *Pythium aphanidermatum* ส่วน *P.* group G และ *P.* group HS ตรวจพบได้ไม่บ่อยครั้งนัก สำหรับ spicies ที่เป็นสาเหตุสำคัญ ที่ทำให้เกิดโรคโคนเน่ารากเน่า จากการศึกษาในครั้งนี้มีเพียง *Pythium aphanidermatum* เท่านั้น

Utkhede *et. al.*, (2000) รายงานว่า ผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปลูกโดยไม่ใช้ดินที่เป็นโรครากเน่า เมื่อนำรากและสารละลายธาตุมาแยกหาเชื้อสาเหตุ พบเชื้อ *Pythium* spp. $1x10^3$ – $13x10^3$ CFU/100L. ดังนั้นจึงหาวิธีการป้องกันโดยใช้สารเคมี 11 ชนิด และ biological agent โดยนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายธาตุอาหารผสมกับ Boost® (strain BACT – O of *Bacillus subtillis*) 1 x $10^{9}$ และ 1 x $10^{11}$ CFU/L., ผสมกับ Promo® (a nutrient supplement) 1 mL/L. และผสมกับ Agrol® (Amway)[cosmetic Vaseline oil] 0.02 mL/L. แล้วนำมาเลี้ยงพืช พบว่าสารละลายธาตุที่ผสมกับทั้ง 3 ชนิด ช่วยเพิ่มน้ำหนักแห้งและน้ำหนักรากของผักกาดหอม นอกจากนี้ยังช่วยลดอัตราการเกิดโรค ดังนั้นการนำ Boost®, Promo® และ Agrol® จึงสามารถนำมาใช้ในการเพิ่มผลผลิตของผักกาดหอมในระบบหมุนเวียนธาตุอาหารได้

Manoranjitham *et al.* (2001) รายงานว่า การใช้ talc-based formulation ของ *Trichoderma viride* และ *Pseudomonas fluorescens* ใส่ลงในแปลงอนุบาลกล้าก่อนที่ทำการหว่านเมล็ดมะเขือเทศ สามารถควบคุมโรคโคนเน่าระดับดินของมะเขือเทศที่มีสาเหตุจากเชื้อ *Pythium aphanidermatum* ได้ นอกจากนี้เชื้อปฏิปักษ์ยังช่วยเพิ่มความยาวราก, ความยาวปลายราก และมวลชีวภาพของกล้ามะเขือเทศ และลดจำนวนประชากรของ *Pythium aphanidermatum* ในดินอีกด้วย

Labuschangne *et al.* (2002) รายงานว่า ผักกาดหอมที่แสดงอาการแคระแกร็น, เหี่ยว และรากเน่า ได้ถูกเก็บตัวอย่างส่วนของรากที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในจังหวัด Gauteng มาทำการเลี้ยงเชื้อด้วยอาหาร selective medium พบว่าสามารถแยกได้เชื้อ *Pythium irregulare* และ *Pythium* sp. อีก 3 กลุ่มที่ไม่มี oogonia (F, HS และT) และจากกฎการพิสูจน์โรคของ Koch's สามารถยืนยันได้ว่า *Pythium* sp. ที่แยกได้ทั้งหมดเป็นเชื้อสาเหตุของโรครากเน่าของกล้าผักกาดหอม โดยมีผลทำให้น้ำหนักสดลดลงถึงแม้ว่าจะไม่แสดงอาการเหี่ยวก็ตาม และการลดลงของน้ำหนักในส่วนของลำต้นและรากสดจะมีมากเมื่อเชื้อสาเหตุโรคเกิดจากเชื้อ *P. irregulare* (51 และ 38% ตามลำดับ) และ *P.* group HS (41 และ33%) ซึ่งมากกว่า *P.* group F(30 และ 24%) และ *P.* group T (29 และ 26%)

Lin *et al.* (2002) รายงานว่า เมื่อปลูกต้นถั่วลงในถาดเพาะเมล็ดที่ผ่านการใช้แล้วจะทำให้เกิดโรค Pythium root rot ซึ่งถาดเพาะที่ผ่านการใช้มาแล้วจะเป็นแหล่งของเชื้อโรคที่ดี ดังนั้นจึงหาวิธีป้องกันกำจัด โดยนำถาดเพาะเมล็ดแช่ลงในสารละลาย calcium hypochlorite 2000 เข้มข้น ppm. เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนที่จะนำเมล็ดลงไปเพาะ ผลปรากฏว่า การแช่ถาดลงในสารละลาย calcium hypochlorite เข้มข้น 2000 ppm. สามารถป้องกันกำจัดโรค Pythium root rot ได้ ทำให้ความรุนแรงของโรคลดลงจากที่มากถึง 60-80 % เหลือเพียง น้อยกว่า 10 % และเมล็ดงอกมากขึ้นเฉลี่ยประมาณ 212-772 กรัม/ถาด

Moorman *et al.* (2002) ทำการสำรวจตัวอย่างเชื้อ *Pythium* sp. 11 ชนิดที่แยกได้จากตัวอย่างพืช 110 ตัวอย่าง, ดิน 5 พื้นที่, น้ำ 5 ตัวอย่าง และมีเชื้อ *Pythium* sp. 2 ชนิด ที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ ซึ่งพบว่าในตัวอย่างของพืช, ตัวอย่างของน้ำ 4 ใน 5 ตัวอย่างและตัวอย่างดิน 3 ใน 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างสามารถตรวจพบเชื้อ *Pythium irregulare* สูงถึง 45% และพบเชื้อ *Pythium aphanidermatum* อีก 29% จากตัวอย่างพืชทั้งหมด แต่ในตัวอย่างของ poinsettia พบเชื้อ *P. aphanidermatum* สูงถึง 77% นอกจากนี้ยังพบว่าต้น Pelargonium ติดเชื้อ *P. aphanidermatum*, *P. dissotocum*, *P. heterothallicum*, group F, *P. irregulare*, *P. myriotylum* และ *P. ultimum* อีกด้วย และยังพบว่าแต่ละ isolate ของ *P. cylindrosporum*, *P. dissotocum*, *P. heterothallicum*, *P. isomer* และ *P. ultimum* แสดงความต้านทานต่อ phenylamide fungicide mefenoxam, isomer ของ metalaxyl ในขณะที่ 38% ของ *P. aphanidermatum* และ 37% ของ *P. irregulare* ไม่แสดงการต้านทาน

Kusakari *et al.* (2004) รายงายว่า โรครากเน่าของมะเขือเทศและแตงกวาที่มีสาเหตุจากเชื้อ *Pythium aphanidermatum* สามารถควบคุมได้โดยการใช้ hydrophilic pellets ที่อยู่ใน silver stearate หรือ copper (II) stearate ใส่ลงในสารละลาย เมื่อเติมสารดังกล่าวลงในสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแล้วจะทำให้ silver และ copper ปล่อยประจุออกสู่สารละลายธาตุอาหาร มีผลในการยับยั้งการว่ายน้ำและการงอกของ zoospore ของ *P. aphanidermatum* ในสารละลายธาตุอาหารที่เติม hydrophilic pellets ลงไป พบว่า hydrophilic pellets มีผลใช้ในการฆ่าเชื้อในสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินได้

Noor *et al.* (2004) ทำการสำรวจเชื้อ *Pythium* spp. ที่อยู่ร่วมกับ sugarbeet ในจังหวัด Khuzestan ของอิหร่าน โดยนำตัวอย่างดินมาทำการแยกเชื้อและจำแนกชนิดโดยใช้ลักษณะทางสัญญาณวิทยาของเชื้อนั้น และจากการสำรวจพบเชื้อ *Pythium* spp. 158 isolate จากการจัดจำแนกพบเชื้อ *P. aphanidermatum*, *P. deliense*, *P. okanoganense*, *P. oligandrum*, *P. salinum*, *P. tracheiphilum*, Pythium group F และ G ซึ่ง *P. salinum* และ *P. tracheiphilum* เป็นเชื้อที่พบชนิดใหม่ในอิหร่าน

Tanina *et al.* (2004) รายงานว่าพบโรคเน่าของต้น Chingensai เป็นครั้งแรก โดยโรคนี้จะทำให้ใบและลำต้นเน่าซึ่งเกิดจากเชื้อ *Pythium ultimum* var. *ultimum* และ *P. aphanidermatum* และหลังจากนั้นจึงตั้งชื่อโรคใหม่ว่า Pythium rot ของต้น Chingensai

**3. โรคที่เกิดจากเชื้อ *Fusarium* sp. และการป้องกันกำจัด**

Kiecana and Mielniczuk (2001) ทำการสำรวจช่วงปี 1996-1998 ในเมือง Zamosc ของประเทศโปแลนด์ พบเชื้อ *Fusarium* spp. 3 ชนิดได้แก่ *F. culmorum*, *F. avenaceum* [Gibberella avenacea] และ *F. crookwellense* ในข้าวโอ๊ต 10 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ CHD 894, CHD 1095 CHD 1236, CHD1607, CHD 1653, CHD 1692, STH 2293, STH 2393, STH 2492 และ STH 2694 โดยกล้าข้าวโอ๊ตที่เป็นโรคจะแสดงอาการ necrosis ที่รากและกาบใบ 9-36% จากพืชทั้งหมดและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาการลำต้นเน่า 9-70% จากนั้นได้นำส่วนของข้าวโอ๊ตที่แสดงอาการเป็นโรคมาทำการแยกเชื้อ สาเหตุพบเชื้อ *F. avenaceum* 43% และเชื้อ *F. culmorum* 42% นอกจากนี้พบว่าข้าวโอ๊ตที่แสดงอาการของโรค necrotic stripes ยังสามารถแยกได้เชื้อ *F. avenaceum* 24% และเชื้อ *F. culmorum* 46 % ของเชื้อ *Fusarium* spp.ที่ทำการแยกได้ทั้งหมด

Sheraliev and Bukharov (2001) รายงานว่าจากการสำรวจหาเชื้อ *Fusarium* จากเมืองต่างๆ ใน Uzbekistan พบเชื้อ *Fusarium*sp. 17 speciesและ 10 varieties ได้แก่ *F. javanicum* [*F. solani*], *F. lateritium* [*Gibberella baccata*], *F. solani*, *F. oxysporum*, *F heterosporum* [*Gibberella gordonii*], *F. moniliforme* [*G. fujikuroi*] และ *F. gibbosum* [*F. equiseti*] ซึ่งเป็นเชื้อที่มีความสำคัญมาก อย่างไรก็ตามยังพบเชื้อ *F. merismoides*, *F. redolens* [*F. oxysporum* var. *redolens*], *F. nivale* [*Monographella nivalis*] ซึ่งมีความสำคัญรองลงมา และพบเชื้อ *F. sporotrichiella* [*F. sporotrchioides*], *F. semitectum* [*F. pallidoroseum*], *F. culmorum*, *F. bucharicum*, *F. graminearum* [*G. zeae*] และ *F. avenaceum* [*G. avenacea*] ซึ่งพบได้ไม่บ่อยนัก ดังนั้นจึงพบว่าความแตกต่างของ species จะมีสูงมาก ในตอนกลาง และตอนใต้ของประเทศเมื่อเทียบกับทางตอนเหนือของประเทศ

Zad and Koshnevice (2001) ศึกษาโรคโคนเน่าระดับดินของกล้าสนโดยเก็บตัวอย่างรากของกล้าสน(Pinus nigra, Picea excelsa, Abieces spp., Cupressus arizonica, Cupressus sempervirans) จากแปลงอนุบาลทางตอนใต้ของอิหร่าน (Noshahr และ Kelardasht) มาทำการแยกเชื้อ โดยใช้อาหาร PDA, MA และ CLA จากนั้นจำแนกชนิดของเชื้อราซึ่งได้แก่ เชื้อ *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium sambucinum*, *Clamydosporium*, *Rhizoctonia solani*, *Cylindrocarpon* spp., *Alternaria* spp. และ *Macrophomina phaseoli* ซึ่งเชื้อ *Fusarium* spp.เป็นเชื้อราที่พบได้ทั่วไปดังนั้นจึงนำเชื้อ *Fusarium* spp. และ *Rhizoctonia solani* มาทดสอบการเกิดโรคกับกล้าสนจากนั้นนำกล้าสนที่ถูกทดสอบการเกิดโรคมาแยกหาเชื้อก่อโรคจะได้เชื้อ *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium sambucinum* และ*Fusarium clamydosporum* นอกจากนี้ยังพบเชื้อ *Rhizoctonia* spp. ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงสามารถสรุปได้ว่าเชื้อราดังกล่าวเป็นเชื้อสาเหตุโรคโคนเน่าระดับดินของกล้าสน

Muslim *et al.* (2003) ศึกษาศักยภาพของ Hypovirulent binucleate Rhizoctonia (HBNR) isolate L2, W1, W7 และ Rhv7 ที่เป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อ *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* สาเหตุโรค Fusarium crown และ root rot (FCRR) ของมะเขือเทศที่ปลูกในดินหรือระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบใช้วัสดุปลูกแบบ rockwool พบว่า อาการของโรค (FCRR) ในมะเขือเทศที่ใช้ (HBNR) จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ isolate และจำนวนวันหลังการปลูกเชื้อ ในทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโรงเรือนโดยใช้ดินเป็นวัสดุปลูก พบว่า HBNR สามารถลดอาการ vascular discoloration และอาการซีดจางของระบบรากทั้งหมดได้ 90-100% และ73-89% ตามลำดับ การทดลองในสภาพแปลงปลูก พบว่า HBNR สานพันธุ์ W1 สามารถลดอาการ vascular discoloration ได้ 71% ส่วนการทดลองที่ใช้ rockwool เป็นวัสดุปลูก พบว่า HBNR ทุก isolate ยกเว้น สายพันธุ์ L2 สามารถลดอาการ vascular discoloration ได้18-100% ส่วนพืชที่ treat ด้วย HBNR ทุก isolate สามารถลดอาการทางใบได้ 41-100% ภายใต้การทดลองที่ใช้ rockwool เป็นวัสดุปลูก ดังนั้นการใช้ HBNR จะมีผลในการเพิ่มผลผลิตทางการตลาดและผลผลิตรวมของมะเขือเทศได้ 70 และ 73% ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าพืชที่ไม่ได้ treat ด้วย HBNR นอกจากนี้ยังพบว่า จำนวนโคโลนีของ *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* ต่อน้ำหนักสดของรากและลำต้น 1 กรัม จะลดลงในต้นมะเขือเทศที่ปลูกในดินและ rockwool ที่ได้รับการ treat ด้วย HBNR

Ozbay *et al.* (2004) รายงานว่า *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ T 22 (PlantShield®) และ T 95 มีศักยภาพในการต่อต้านเชื้อ *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* ที่เป็นสาเหตุของโรค crown และ root rot ในมะเขือเทศที่ปลูกในใยมะพร้าวและ rockwool โดยลดการเกิดโรคได้ 79% ของมะเขือเทศที่ปลูกในใยมะพร้าว และลดได้ 73% ของมะเขือเทศที่ปลูกใน rockwool และยังสามารถลดความรุนแรงของโรคได้ 45% ของมะเขือเทศที่ปลูกในใยมะพร้าว และ ลดได้ 48% ของมะเขือเทศที่ปลูกใน rockwool นอกจากนี้แล้วยังช่วยเพิ่มผลผลิตได้ 37% ของมะเขือเทศที่ปลูกในใยมะพร้าว และ25% ของมะเขือเทศที่ปลูกใน rockwool

Song *et al.* (2004) ทำการควบคุมโรคเหี่ยวของมะเขือเทศที่เกิดจากเชื้อ *Fusarium oxysporum* Klotz. ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ Deep Flow Technique โดยใช้สารเคมี 7 ชนิด ได้แก่ prochloraz, carbendazim, thiram, toclofos-methyl, hymexazol, azoxystrobin และ carboxin พบว่าสารเคมีดังกล่าวสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อก่อโรคได้ภายในห้องปฏิบัติการ โดยมีค่า effective concentration ($EC_{50}$) เท่ากับ 0.019, 0.235, 26.292, 53.606, 69.961, 144.58 และ 154.03 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่ง prochloraz และcarbendazim มีผลในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้ดี โดยสารเคมีนี้ช่วยป้องกันการเกิดโรคได้ 69.6% หลังจากเติม prochloraz 0.4 ไมโครกรัม/มิลลิลิตรลงในอาหารเหลวเป็นเวลา 2 อาทิตย์และช่วยรักษาโรคได้ 50.0 % และ carbendazim ช่วยป้องกันการเกิดโรคได้ 87.0% หลังจากเติม carbendazim 5 ไมโครกรัม/มิลลิลิตรลงในอาหารเหลวเป็นเวลา 2 อาทิตย์และช่วยรักษาโรคได้ 34.4 % ดังนั้นในการควบคุมโรคเหี่ยวของมะเขือเทศจะใช้สารเคมีที่มีพิษต่ำและเป็นสารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัดเชื้อราประเภทดูดซึมในการที่จะใส่ลงในสารละลายธาตุอาหารในอัตราส่วนที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

**1. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราที่แยกได้จากระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน**

เชื้อราที่นำมาทดสอบในการทดลองนี้ แยกมาจากส่วนของรากผักสลัด (lettuce) ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ได้แก่ เชื้อ *Pythium aphanidermatum*, *Pythium myriotylum*, และ *Fusarium* sp. เชื้อดังกล่าวถูกนำมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ การเจริญของเส้นใย และโครงสร้างของส่วนขยายพันธุ์บนอาหาร $V_8$ - juice agar และ Potato Dextrose Agar (PDA) ตามลำดับ

**2. การศึกษาคุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้**

น้ำส้มควันไม้ที่ใช้ในการทดลองได้มาจากไม้ 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ยูคาลิปตัส, ไม้กระถิน และไม้ไผ่ การเตรียมการทดสอบทำโดย นำน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด มากรองแยกตะกอนออกด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำน้ำส้มควันไม้ที่ผ่านการกรองแล้วบรรจุใส่ขวดเก็บไว้ใช้ในการทดลอง นำน้ำส้มควันไม้บางส่วนนำมาศึกษาคุณสมบัติ ได้แก่ สี, กลิ่น, ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) และค่าการนำไฟฟ้า(EC) โดยสีและกลิ่นจะสังเกตจากคุณสมบัติภายนอก ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) และค่าการนำไฟฟ้า(EC) จะใช้เครื่อง pH meter และเครื่อง EC meter วัดค่าดังกล่าวตามลำดับ

**3. การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใย**

**3.1 การทดสอบในอาหารเหลว**

3.1.1 การเตรียมเชื้อสาเหตุ

นำเชื้อ *Pythium aphanidermatum*, *Pythium myriotylum* และ *Fusarium* sp. มาเลี้ยงบนอาหาร PDA แล้วบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

3.1.2 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีส่วนผสมของน้ำส้มควันไม้

เตรียมอาหารเหลว Potato dextrose broth ( PDB ) จำนวน 6 ลิตร จากนั้นรอให้อุณหภูมิของอาหารเหลวลดลง แล้ววัดค่าความเป็น กรด – ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter จดบันทึกค่าดังกล่าว แล้วเติมน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัสตามระดับความเข้มข้น ของน้ำส้มควันไม้ที่ 0(control), 10,000, 20,000, 30,000 และ40,000 ppm แล้ววัดค่าความเป็นกรด – ด่างอีกครั้ง ด้วยเครื่อง pH meter จดบันทึกค่าดังกล่าว จากนั้นปรับค่าความเป็นกรด – ด่าง ด้วยสารละลาย 5 โมล ของ KOH ให้ได้ค่าประมาณ 6.3 – 6.5 ซึ่งเป็นค่าที่เท่ากับ control (อาหาร PDB) จากนั้นเทอาหารเหลวใส่ flask ขนาด 125 มิลลิลิตร ปริมาณ flask ละ 75 มิลลิลิตร แล้วนำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอที่ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 กรรมวิธีที่ใช้ในการทดลอง

ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ โดยมี 5 กรรมวิธี (treatment) กรรมวิธีละ 5 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ได้แก่อาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่มีส่วนผสมของน้ำส้มควันไม้ (control)

กรรมวิธีที่ 2 ได้แก่อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีส่วนผสมของน้ำส้มควันไม้ 10,000 ppm

กรรมวิธีที่ 3 ได้แก่อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีส่วนผสมของน้ำส้มควันไม้ 20,000 ppm

กรรมวิธีที่ 4 ได้แก่อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีส่วนผสมของน้ำส้มควันไม้ 30,000 ppm

กรรมวิธีที่ 5 ได้แก่อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีส่วนผสมของน้ำส้มควันไม้ 40,000 ppm

อาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าวจะเตรียมไว้ 3 ชุด เพื่อใช้ในการทดสอบการเจริญของเชื้อ *P. aphanidermatum*, *P.myriotylum* และ *Fusarium* sp. จากนั้นนำ stock culture ที่เตรียมไว้ในข้อ 3.1.1 มาใส่ลงในอาหารทดสอบดังกล่าว โดยใช้ cork borer เบอร์ 3 เจาะบริเวณรอบโคโลนี (agar plug) แล้วใช้เข็มเขี่ยเชื้อเขี่ยชิ้นวุ้นพร้อมเส้นใย (agar plug) ของเชื้อรา *P. aphanidermatum*, *P. myriotylum* และ *Fusarium* sp. ลงในอาหารทดสอบที่เตรียมไว้ใน ชุดที่1, 2 และ 3 ตามลำดับ ขั้นตอนดังกล่าวต้องทำด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ (aseptic technique) บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้องบนเครื่องเขย่า (shaker) เป็นเวลา 6 วัน

3.1.4 การบันทึกผล

หลังจากบ่มเชื้อแล้วเป็นเวลา 6 วัน ทำการกรองเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum*, *P. myriotylum* และ *Fusarium* sp. ด้วยเครื่องกรองสูญญากาศ นำเส้นใยที่ได้ไปอบแห้งในตู้อบอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จากนั้นนำเส้นใยมาชั่งน้ำหนักแห้ง บันทึกผล จากนั้นวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ทำการเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยโดย Duncan's Multiple Rang Test (DMRT)

3.1.5 ทำการทดสอบซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 3.1.1- 3.1.4 โดยใช้น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้กระถินและไม้ไผ่ ตามลำดับ

**3.2 การทดสอบในอาหารแข็ง**

3.2.1 การเตรียมเชื้อสาเหตุ

นำเชื้อ *P. aphanidermatum*, *P. myriotylum* และ *Fusarium* sp. มาเลี้ยงด้วยอาหาร PDA แล้วบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

3.2.2 การเตรียมน้ำส้มควันไม้

เตรียมอาหาร PDA จำนวน 1.5 ลิตร รอให้อุณหภูมิของอาหารลดลง แล้ววัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วนเครื่อง pH meter จดบันทึกค่าดังกล่าว แล้วเติมน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัสตามระดับความเข้มข้นของน้ำส้มควันไม้ที่ 0(control), 10,000, 20,000, 30,000 และ40,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้ววัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter อีกครั้ง จดบันทึกค่าดังกล่าว จากนั้นปรับค่าความเป็นกรด-ด่างด้วย สารสะลาย 5 โมล ของ KOH ให้ได้ค่าประมาณ 6.3-6.5 ซึ่งเป็นค่าที่เท่ากับ control (อาหาร PDA) จากนั้นบรรจุใส่ขวด แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอที่ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

3.2.3 กรรมวิธีที่ใช้ในการทดลอง

ทำการทดสอบเช่นเดียวกับข้อ 3.1.3

3.2.4 การบันทึกผล

ทำการวัดการเจริญของเส้นใยจากเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อ 3 ชนิดที่นำมาทดสอบเป็นประจำทุกๆ 24 ชั่วโมงสำหรับเชื้อ *Fusarium* sp. และทุกๆ 12 ชั่วโมงสำหรับ *P. aphanidermatum* และ *P. myriotylum* จนกว่าเชื้อ ดังกล่าวเจริญเต็มอาหารเลี้ยงเชื้อ บันทึกผล จากนั้นวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ทำการเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยโดย Duncan's Multiple Rang Test (DMRT)

3.2.5 ทำการทดสอบเช่นเดียวกับข้อ 3.2.1-3.2.4 โดยใช้น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้กระถินและไม้ไผ่ ตามลำดับ

**3.3 การทดสอบโดยวิธี Paper dish assay**

3.3.1 การเตรียมเชื้อสาเหตุ

นำเชื้อ *P. aphanidermatum*, *P. myriotylum* และ *Fusarium* sp. มาเลี้ยงด้วยอาหาร PDA แล้วบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

3.3.2 สารที่ใช้ในการทดสอบ

สารที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย น้ำส้มควันไม้ 3 ชนิด (ไม้ยูคาลิปตัส, ไม้กระถิน, ไม้ไผ่) ที่เจือจาง 100 เท่า, กรดอะซิติกที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับน้ำส้มควันไม้ที่เจือจางแล้ว, สารป้องกันกำจัดโรคพืช(เมทาแลคซิล) และน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ

การเตรียมน้ำส้มควันไม้เจือจาง 100 เท่า โดยนำน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิดปริมาณ 1 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 99 มิลลิลิตร วัดค่าความเป็นกรด– ด่างของน้ำส้มควันไม้ที่เจือจางแล้ว บันทึกค่าดังกล่าว จากนั้นนำกรดอะซิติกมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อให้ค่าความเป็นกรด–ด่างเท่ากับหรือใกล้เคียงกับค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด และนำสารป้องกันกำจัดโรคพืช ได้แก่ เมทาแลคซิล ละลายน้ำกลั่นฆ่าเชื้อตามอัตราส่วนการใช้ป้องกันกำจัดโรคที่ติดอยู่ข้างภาชนะบรรจุภัณฑ์ และน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งและฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

93828

3.3.3 กรรมวิธีที่ใช้ในการทดลอง

กรรมวิธีมี 6 กรรมวิธี ได้แก่

1. น้ำส้มควันไม้จากยูคาลิปตัสเจือจาง 100 เท่า
2. น้ำส้มควันไม้จากกระถินเจือจาง 100 เท่า
3. น้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่เจือจาง 100 เท่า
4. น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ
5. กรดอะซิติก
6. เมทาแลคซิล

ทำการทดสอบในเชื้อรา 3 ชนิด ได้แก่ *P. aphanidermatum*, *P. myriotylum* และ *Fusarium* sp. ชนิดละ 5 ซ้ำ เตรียม paper dish โดยใช้เครื่องเจาะกระดาษ เจาะกระดาษกรองเบอร์ 1 ให้เป็นแผ่นกลม แล้วนำไปวางลงบนอาหาร PDA เป็นวงโดยรอบ จำนวน 6 จุด แต่ละจุดจะทำการหยดด้วยสารทดสอบทั้ง 6 ชนิด ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นดังภาพที่1จุดละ 10 µl ในครั้งแรกและทำการหยดซ้ำอีกครั้งทุกๆวันๆละ 10 µl จนสิ้นสุดการทดลอง จำนวน 5 จานอาหารเลี้ยงเชื้อ (ซ้ำ) ต่อหนึ่งเชื้อ

ภาพที่ 1 แสดงการวางกระดาษกรองแผ่นกลมบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (PDA)

จากนั้นใช้ cork borer เบอร์ 3 เจาะลงบนเชื้อ *P. aphanidermatum*, *P. myriotylum* และ *Fusarium* sp. ที่บริเวณขอบโคโลนี แล้วใช้เข็มเขี่ยเชื้อเขี่ยชิ้นวุ้นพร้อมเส้นใยมาวางลงในจานเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ ในขั้นตอนดังกล่าวต้องทำด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ (aseptic technique)

3.3.4 การบันทึกผล

วัดขนาดของ inhibition zone ที่เกิดขึ้นดังนี้ โดยวัดจากขอบของ paper dish ไปหาเส้นใยของเชื้อราที่ทำการทดสอบ ในการวัดจะวัดขนาดของ inhibition zone ทั้งด้านซ้ายและขวา หรือด้านบนและล่าง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของ inhibition zone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์

4.1 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อ *P. aphanidermatum* และ *P. myriotylum*

4.1.1 การเตรียมเชื้อสาเหตุ

นำเชื้อ *P. aphanidermatum* และ *P. myriotylum* มาเลี้ยงด้วยอาหาร $V_8$- juice agar บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

4.1.2 การเตรียมน้ำส้มควันไม้และสารที่ใช้ในการทดลอง

สารที่ใช้ในการทดลองประกอยด้วย น้ำส้มควันไม้ pH 5.5 (ไม้ยูคาลิปตัส, ไม้กระถิน, ไม้ไผ่), น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ pH 5.5 และน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ

เตรียมน้ำส้มควันไม้ pH 5.5 โดยนำน้ำส้มควันไม้มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.5 และนำน้ำกลั่นฆ่าเชื้อมาปรับค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยกรดอะซิติกให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.5 และน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ

4.1.3 กรรมวิธีที่ใช้ในการทดลอง

ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ โดยมี 5 กรรมวิธีๆ 3 ซ้ำ โดยแต่ละกรรมวิธีได้แก่ น้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด (pH 5.5), น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ (pH5.5) และน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ ตามลำดับ โดยนำสารที่ใช้ในการทดลองแต่ละกรรมวิธีใส่ลงในจานเลี้ยงเชื้อๆ ละ 20 มิลลิลิตร แล้วนำเชื้อ *P. aphanidermatum* ที่เตรียมไว้เจาะบริเวณรอบโคโลนีด้วย cork borer เบอร์ 6 แล้วใช้เข็มเขี่ยเชื้อเชื้อชิ้นวุ้นพร้อมเส้นใยใส่ลงในจานเลี้ยงเชื้อที่มีสารทดสอบดังกล่าวจำนวนจานอาหารเลี้ยงเชื้อละ 10 ชิ้นวุ้น

4.1.4 การบันทึกผล

นับจำนวน zoospore ของเชื้อ *P. aphanidermatum* หลังจากเมื่อเวลาผ่านไป 8-9 ชั่วโมง โดยการนำชิ้นวุ้นพร้อมเส้นใยที่แช่อยู่ในสารออกให้หมด จากนั้นหยดกรดแลคติก 1 หยดลงในสารที่ใช้ทดลอง แล้วทำการนับจำนวน zoospore โดยใช้ Haemacytometer บันทึกจำนวน zoospore ที่นับได้ และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ทำการเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยโดย Duncan's Multiple Rang Test (DMRT)

4.1.5 ทำการทดลองซ้ำเช่นเดียงกับข้อ 4.1.1-4.1.4 โดยใช้เชื้อ *P. myriotylum*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4. การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์**

**4.1 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อ *P. aphanidermatum* และ *P. myriotylum***

4.1.1 การเตรียมเชื้อสาเหตุ

นำเชื้อ *P. aphanidermatum* และ *P. myriotylum* มาเลี้ยงด้วยอาหาร $V_8$- juice agar บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

4.1.2 การเตรียมน้ำส้มควันไม้และสารที่ใช้ในการทดลอง

สารที่ใช้ในการทดลองประกอยด้วย น้ำส้มควันไม้ pH 5.5 (ไม้ยูคาลิปตัส, ไม้กระถิน, ไม้ไผ่), น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ pH 5.5 และน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ

เตรียมน้ำส้มควันไม้ pH 5.5 โดยนำน้ำส้มควันไม้มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.5 และนำน้ำกลั่นฆ่าเชื้อมาปรับค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยกรดอะซิติก ให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.5 และน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ

4.1.3 กรรมวิธีที่ใช้ในการทดลอง

ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ โดยมี 5 กรรมวิธีๆ 3 ซ้ำ โดยแต่ละกรรมวิธีได้แก่ น้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด (pH 5.5), น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ (pH5.5) และน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ ตามลำดับ โดยนำสารที่ใช้ในการทดลองแต่ละกรรมวิธีใส่ลงในจานเลี้ยงเชื้อๆ ละ 20 มิลลิลิตร แล้วนำเชื้อ *P. aphanidermatum* ที่เตรียมไว้เจาะบริเวณรอบโคโลนีด้วย cork borer เบอร์ 6 แล้วใช้เข็มเขี่ยเชื้อเขี่ยชิ้นวุ้นพร้อมเส้นใยใส่ลงในจานเลี้ยงเชื้อที่มีสารทดสอบดังกล่าวจำนวนจานอาหารเลี้ยงเชื้อละ 10 ชิ้นวุ้น

4.1.4 การบันทึกผล

นับจำนาน zoospore ของเชื้อ *P. aphanidermatum* หลังจากเมื่อเวลาผ่านไป 8-9 ชั่วโมง โดยการนำชิ้นวุ้นพร้อมเส้นใยที่แช่อยู่ในสารออกให้หมด จากนั้นหยดกรดแลคติก 1 หยดลงในสารที่ใช้ทดลอง แล้วทำการนับจำนวน zoospore โดยใช้ Haemacytometer บันทึกจำนวน zoospore ที่นับได้ และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ทำการเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยโดย Duncan`s Multiple Rang Test (DMRT)

4.1.5 ทำการทดลองซ้ำเช่นเดียงกับข้อ 4.1.1-4.1.4 โดยใช้เชื้อ *P. myriotylum*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อ *Fusarium* sp.

4.2.1 การเตรียมเชื้อสาเหตุ

นำเชื้อ *Fusarium* sp. มาเลี้ยงด้วยอาหาร PDA บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

4.2.2 การเตรียมน้ำส้มควันไม้

เตรียมอาหารPDA จำนวน 500 มิลลิลิตร รอให้อุณหภูมิของอาหารลดลง แล้ววัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วนเครื่อง pH meter จดบันทึกค่าดังกล่าว แล้วเติมน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัสตามระดับความเข้มข้นของน้ำส้มควันไม้ที่ 0(control), 10,000, 20,000, 30,000 และ40,000 แล้ววัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter อีกครั้ง จดบันทึกค่าดังกล่าว จากนั้นปรับค่าความเป็นกรด-ด่างด้วย สารสะลาย 5 โมล ของ KOH ให้ได้ค่าประมาณ 6.3-6.5 ซึ่งเป็นค่าที่เท่ากับ control(อาหาร PDA) จากนั้นบรรจุใส่ขวด แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอที่ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

4.2.3 กรรมวิธีที่ใช้ในการทดลอง

ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ โดยมี 5 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ แต่ละกรรมวิธีได้แก่ ระดับความเข้มข้น 0(control), 10,000, 20,000, 30,000 และ40,000 ppm ตามลำดับ เริ่มต้นการทดสอบโดยนำอาหารที่เตรียมไว้ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มาหลอมให้ละลายแล้วเทใส่จานเลี้ยงเชื้อๆ ละ 20 มิลลิลิตร รอให้อาหารแข็งตัว จากนั้นนำเชื้อ *Fusarium* sp. ที่เตรียมไว้เจาะบริเวณรอบโคโลนีด้วย cork borer เบอร์ 3 แล้วใช้เข็มเขี่ยเชื้อเขี่ยชิ้นวุ้นพร้อมกับเส้นใยของเชื้อรา *Fusarium* sp. วางลงบนอาหาร PDA ที่ได้เทใส่จานเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ โดยขั้นตอนดังกล่าวต้องทำด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ (aseptic technique)

4.2.4 การบันทึกผล

ทำการนับจำนวนสปอร์ (macro-conidia และ micro-conidia) ของเชื้อ *Fusarium* sp. ด้วย Haemacytometer โดยจะเริ่มทำการนับเมื่อเชื้อ *Fusarium* sp. ที่เลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่ผสมน้ำส้มควันไม้ (control) เจริญเติบจานอาหารเลี้ยงเชื้อ จดบันทึกจำนวนสปอร์ที่นับได้ และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ทำการเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยโดย Duncan's Multiple Rang Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

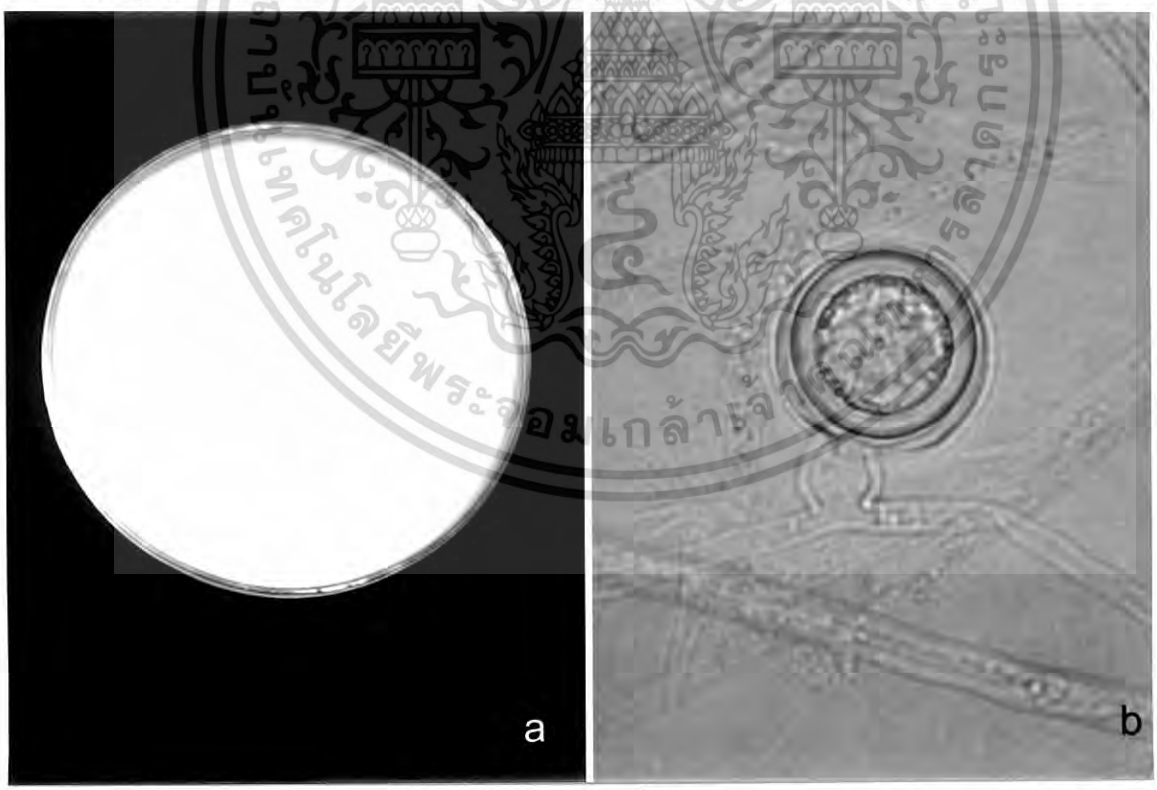
20917



## ผลการทดลอง

**1. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราที่แยกได้จากระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน**

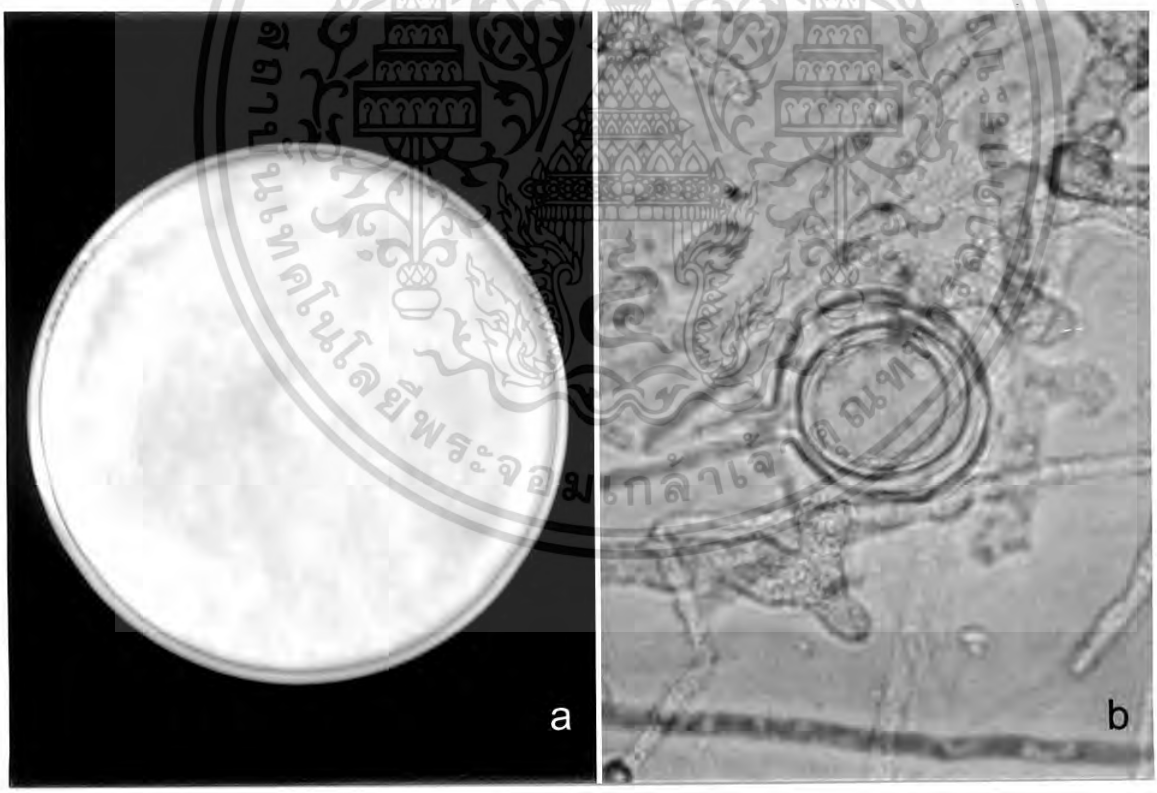
เชื้อ *Pythium aphanidermatum* มีลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA มีดังนี้ คือ สร้างเส้นใยสีขาวเรียบฟู และสามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว เมื่อนำมาทำ slide เส้นใยใส ไม่มีสี ไม่มีผนังกั้น การสืบพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศจะสร้าง sporangium ที่ปลายเส้นใยมีลักษณะโป่งพอง กว้างมากกว่า 20 µm การสืบพันธุ์โดยอาศัยเพศจะสร้างอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย เรียกว่า oogonium ที่ปลายเส้นใย มีลักษณะเรียบกลม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ (20-) 22-24 (-25) (av. 23) ไมโครเมตร และอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ เรียกว่า antheridium ส่วนใหญ่เกิดระหว่างเส้นใยแต่บางครั้งก็อาจเกิดที่ปลายเส้นใยได้ มีลักษณะเป็น sac-shaped ยาวประมาณ 10-14 ไมโครเมตร และกว้างประมาณ 10-14 ไมโครเมตร จำนวน antheridium ที่มาเกาะกับ oogonium มี 1-2 อันต่อ 1 oogonium โดย antheridium เกิดจากก้านหรือเส้นใยเดียวกันกับ oogonium หรือ เกิดจากก้านหรือเส้นใยคนละอันกับ oogonium ก็ได้ oospore มีขนาดไม่เต็ม oogonium เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ (18-) 20-20 (av. 20.2 ) ไมโครเมตร ผนังบาง 1-2 ไมโครเมตร(Van Der Plaats-Niterink, 1981)( ภาพที่ 2)




ภาพที่2 แสดงลักษณะของโคโลนีและสปอร์ของเชื้อ *Pythium aphanidermatum* a.ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA เป็นเวลา 7 วัน และ b.ลักษณะส่วนขายพันธุ์ antheridium และ oogonium ที่กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
สำนักวิทยบริการฯ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

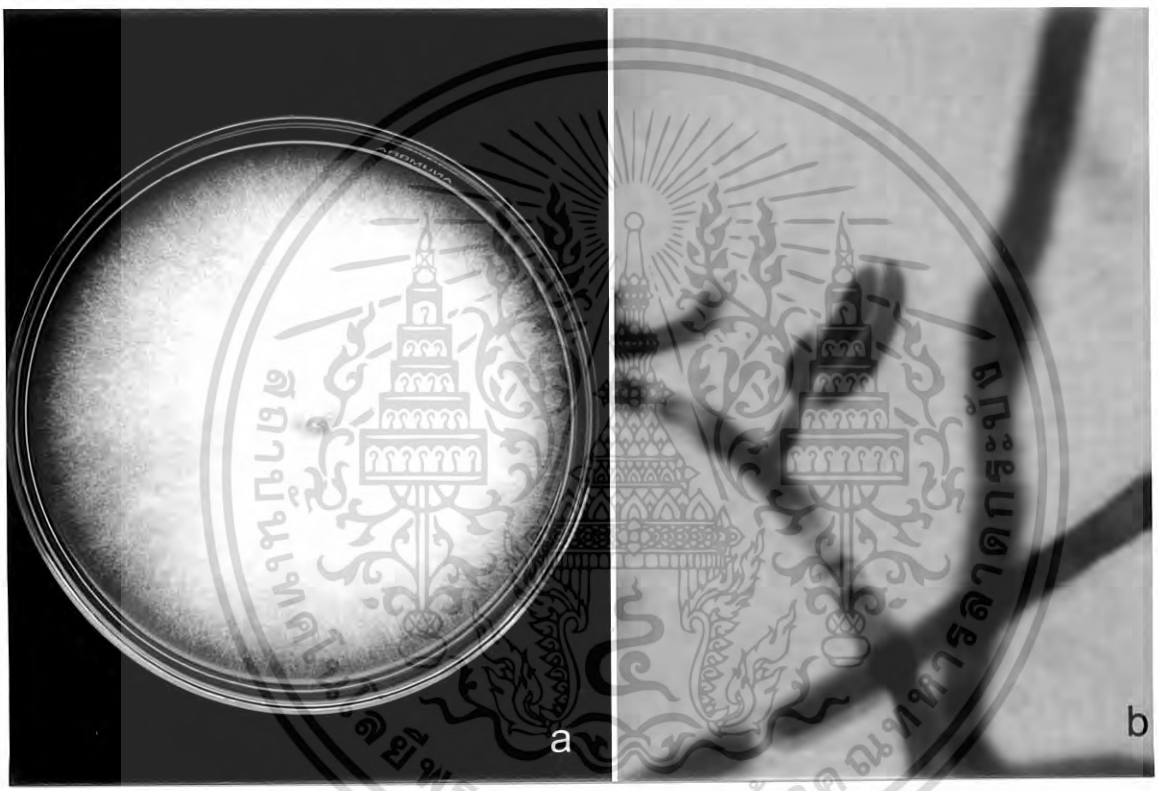
เชื้อ *Pythium myriotylum* มีลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA มีดังนี้ คือ สร้างเส้นใยสีขาวเรียบฟู สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว เมื่อนำมาทำ slide เส้นใยใสไม่มีสี ไม่มีผนังกั้น การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศจะสร้าง sporangium ที่ปลายหรือระหว่างเส้นใย แบบ filamentous มีลักษณะอ้วนพองเป็น lobe หรือแบบ digitate กว้างประมาณ 7-17 ไมโครเมตร และยาวมาก การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ จะสร้างอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมียเรียกว่า oogonium ที่ปลายหรือระหว่าเส้นใย มีลักษณะกลม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ (20-) 26-32 (-35) (av. 29) ไมโครเมตร และอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้เรียกว่า antheridium มีลักษณะแบบ clavate หรือ crook-necked จำนวน antheridium ที่มาเกาะกับ oogonium มี 3-6 (-10) อันต่อ 1 oogonium โดย antheridium เกิดจากก้านหรือเส้นใยคนละอันกับ oogonium บางครั้งอาจเกิดจากก้านหรือเส้นใยเดียวกันกับ oogonium oospore มีขนาดไม่เต็ม oogonium เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ (18-) 20-27 (-24) (av. 24.5) ไมโครเมตร ผนังหนามากกว่า 2 ไมโครเมตร(Van Der Plaats-Niterink, 1981)(ภาพที่ 3)




ภาพที่3 แสดงลักษณะโคโลนีและสปอร์ของเชื้อ *Pythium myriotylum* a.ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA เป็นเวลา 7 วัน และ b.ลักษณะส่วนขยายพันธุ์ antheridium และ oogonium ที่กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อ *Fusarium* sp. มีลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) มีดังนี้ คือ สร้างเส้นใยสีขาวฟู เมื่อเชื้อมีอายุได้ 1 สัปดาห์ สร้าง conidium ที่มีลักษณะคล้าย canoe-shaped ใสไม่มีสี ซึ่ง conidium พบว่ามี 2 ชนิด ได้แก่ macro-conidium ขนาด 2.50-3.75 x 10.00-17.50 ไมโครเมตร มี 0-1 septum และ micro-conidium ขนาด 2.50-3.75 x 22.20-25.00 ไมโครเมตร มี 3-5 septum (วิจัย, 2546) (ภาพที่ 4)




ภาพที่4 แสดงลักษณะโคโลนีและสปอร์ของเชื้อ *Fusarium* sp. a.ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA เป็นเวลา 7 วัน และ b.ลักษณะสปอร์และก้านชูสปอร์ ที่กำลังขยาย 400 เท่า

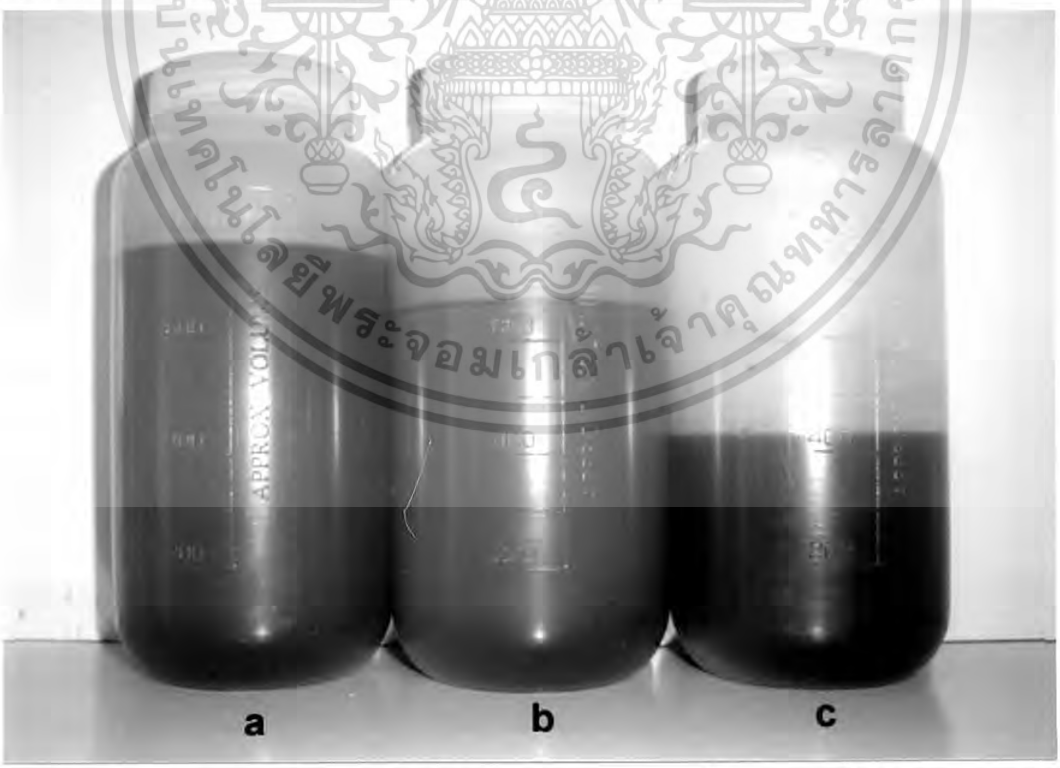
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2. การศึกษาคุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้**

จากการศึกษาคุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ยูคาลิปตัส, ไม้กระถิน และไม้ไผ่ พบว่าน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากยูคาลิปตัส ลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลใส มีกลิ่นควันไม้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 3.74 และค่าการนำไฟฟ้า(EC) ประมาณ 4.62 น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้กระถิน มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลใส มีกลิ่นควันไม้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 3.83 และค่าการนำไฟฟ้า(EC) ประมาณ 4.95 และน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ไผ่ ลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลเข้มถึงดำ มีกลิ่นควันไม้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 3.86 และค่าการนำไฟฟ้า(EC) ประมาณ 10.53 (ภาพที่ 5, ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ชนิดต่างๆ

| ชนิดของ | คุณสมบัติของน้ำสมควันไม้ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| น้ำส้มควันไม้ | สถานะ | สี | กลิ่น | ค่า pH | ค่า EC ($ms/cm^2$) |
| ไม้ยูคาลิปตัส | ของเหลว | น้ำตาลใส | ควันไม้ | 3.74 | 4.62 |
| ไม้กระถิน | ของเหลว | น้ำตาลใส | ควันไม้ | 3.83 | 4.95 |
| ไม้ไผ่ | ของเหลว | น้ำตาลเข้มถึงดำ | ควันไม้ | 3.86 | 10.53 |




ภาพที่5 แสดงชนิดของน้ำส้มควันไม้ที่ใช้ในการทดสอบ a. น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัส b. น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้กระถิน c. น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ไผ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3. การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการยับยั้ง/กระตุ้นการเจริญของเส้นใยเชื้อรา**

**3.1 การทดสอบในอาหารเหลว**

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิดพบว่าส่วนใหญ่มีผลในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อ *P. aphanidermatum*, *P. myriotylum* และ *Fusarium* sp. ดังผลการทดลองโดยสรุปดังนี้

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) กับเชื้อ *P. aphanidermatum* พบว่า มีแนวโน้มที่จะกระตุ้นการเจริญของเส้นใย ดังจะเห็นได้จาก ที่ความเข้มข้น 30,000 ppm มีน้ำหนักแห้งของเส้นใยสูงที่สุดเท่ากับ 246.56 มิลลิกรัม รองลงมา คือ ความเข้มข้นที่ 10,000, 20,000 และ40,000 ppm ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของเส้นใย เท่ากับ 243.66, 242.10 และ 212.04 มิลลิกรัม ตามลำดับ ส่วนวิธีการ control (0 ppm) มีน้ำหนักแห้งของเส้นใย เท่ากับ 207.72 มิลลิกรัม (ตารางที่ 4) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การกระตุ้นการเจริญของเส้นใย พบว่า ที่ความเข้มข้น 30,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การกระตุ้นการเจริญของเส้นใยสูงที่สุด เท่ากับ 18.85 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ที่ความเข้มข้น 10,000, 20,000 และ 40,000 มีค่าเท่ากับ 17.60, 16.33 และ2.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับเมื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีการเปรียบเทียบ (ตารางที่ 5)

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) กับเชื้อ *P.myriotylum* พบว่ามีแนวโน้มที่จะยับยั้งการเจริญของเส้นใย ดังจะเห็นได้จาก ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm มีน้ำหนักแห้งของเส้นใยน้อยที่สุดเท่ากับ 194.36 มิลลิกรัม รองลงมา คือ ความเข้มข้นที่ 30,000, 20,000 และ 10,000 ppm ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของเส้นใย เท่ากับ 236.82 , 291.34 และ 304.82 มิลลิกรัม ตามลำดับ ส่วนวิธีการ control (0 ppm) มีน้ำหนักแห้งของเส้นใย เท่ากับ 310.06 มิลลิกรัม (ตารางที่ 4) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใย พบว่า ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยสูงที่สุด เท่ากับ 37.31 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ที่ความเข้มข้น 30,000, 20,000 และ 10,000 มีค่าเท่ากับ 23.59, 6.03 และ1.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับเมื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีการเปรียบเทียบ (ตารางที่ 5)

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) กับเชื้อ *Fusarium* sp. พบว่ามีแนวโน้มที่จะยับยั้งการเจริญของเส้นใย ดังจะเห็นได้จาก ที่ความเข้มข้น 30,000 ppm มีน้ำหนักแห้งของเส้นใยน้อยที่สุดเท่ากับ 226.62 มิลลิกรัม รองลงมา คือ ความเข้มข้นที่ 40,000, 20,000 และ 10,000 ppm ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของเส้นใย เท่ากับ 246.40 ,258.58และ 263.98 มิลลิกรัม ตามลำดับ ส่วนวิธีการ control (0 ppm) มีน้ำหนักแห้งของเส้นใย เท่ากับ 292.68 มิลลิกรัม (ตารางที่ 4) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใย พบว่า ที่ความเข้มข้น 30,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยสูงที่สุด เท่ากับ 22.07 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ที่ความเข้มข้น 40,000,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20,000 และ 10,000 มีค่าเท่ากับ 15.79, 11.73 และ9.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับเมื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีการเปรียบเทียบ (ตารางที่ 5)

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) กับเชื้อ *P.aphanidermatum* พบว่ามีแนวโน้มที่จะยับยั้งการเจริญของเส้นใย ดังจะเห็นได้จาก ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm มีน้ำหนักแห้งของเส้นใยน้อยที่สุดเท่ากับ 18.12 มิลลิกรัม รองลงมา คือ ความเข้มข้นที่ 20,000, 30,000 และ10,000 ppm ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของเส้นใย เท่ากับ 19.48 ,47.26 และ65.26 มิลลิกรัม ตามลำดับ ส่วนวิธีการ control (0 ppm) มีน้ำหนักแห้งของเส้นใย เท่ากับ 139.84 มิลลิกรัม (ตารางที่ 6) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใย พบว่า ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยสูงที่สุด เท่ากับ 87.10 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ที่ความเข้มข้น 20,000, 30,000 และ 10,000 มีค่าเท่ากับ 86.14, 66.26 และ51.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับเมื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีการเปรียบเทียบ (ตารางที่ 7)

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) กับเชื้อ *P.myriotylum* พบว่ามีแนวโน้มที่จะยับยั้งการเจริญของเส้นใย ดังจะเห็นได้จาก ที่ความเข้มข้น 20,000 ppm มีน้ำหนักแห้งของเส้นใยน้อยที่สุดเท่ากับ 49.20 มิลลิกรัม รองลงมา คือ ความเข้มข้นที่ 30,000 และ40,000 ppm ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของเส้นใย เท่ากับ 77.38 และ95.02 มิลลิกรัม ตามลำดับ แต่ที่ความเข้มข้น 10,000 ppm มีผลต่อการกระตุ้นการเจริญของเส้นใย ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของเส้นใย เท่ากับ 240.98 มิลลิกรัม ส่วนวิธีการ control (0 ppm) มีน้ำหนักแห้งของเส้นใย เท่ากับ 218.74 มิลลิกรัม (ตารางที่ 6) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใย พบว่า ที่ความเข้มข้น 20,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยสูงที่สุด เท่ากับ 77.46 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ที่ความเข้มข้น 30,000 และ 40,000 มีค่าเท่ากับ 64.49 และ56.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ที่ความเข้มข้น 10,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์กระตุ้นการเจริญของเส้นใย เท่ากับ 10.26 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีการเปรียบเทียบ (ตารางที่ 7)

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) กับเชื้อ *Fusarium* sp. พบว่ามีแนวโน้มที่จะยับยั้งการเจริญเส้นใย ดังจะเห็นได้จาก ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm มีน้ำหนักแห้งของเส้นใยน้อยที่สุดเท่ากับ 278.26 มิลลิกรัม รองลงมา คือ ความเข้มข้นที่ 30,000, 20,000 และ10,000 ppm ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของเส้นใย เท่ากับ 293.86 ,300.50 และ327.12 มิลลิกรัม ตามลำดับ ส่วนวิธีการ control (0 ppm) มีน้ำหนักแห้งของเส้นใย เท่ากับ 363.62 มิลลิกรัม (ตารางที่ 6) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใย พบว่า ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยสูงที่สุด เท่ากับ 23.35 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ที่ความเข้มข้น 30,000, 20,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 10,000 มีค่าเท่ากับ 19.04, 17.24 และ9.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับเมื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีการเปรียบเทียบ (ตารางที่ 7)

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) กับเชื้อ *P.aphanidermatum* พบว่ามีแนวโน้มที่จะยับยั้งการเจริญเส้นใย ดังจะเห็นได้จาก ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm มีน้ำหนักแห้งของเส้นใยน้อยที่สุดเท่ากับ 26.14 มิลลิกรัม รองลงมา คือ ความเข้มข้นที่ 30,000, 20,000 และ10,000 ppm ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของเส้นใย เท่ากับ 61.38, 141.18 และ242.86 มิลลิกรัม ตามลำดับ ส่วนวิธีการ control (0 ppm) มีน้ำหนักแห้งของเส้นใย เท่ากับ 262.66 มิลลิกรัม (ตารางที่ 8) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใย พบว่า ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยสูงที่สุด เท่ากับ 89.84 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ที่ความเข้มข้น 30,000, 20,000 และ 10,000 มีค่าเท่ากับ 76.86, 43.61และ6.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับเมื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีการเปรียบเทียบ (ตารางที่ 9)

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) กับเชื้อ *P.myriotylum* พบว่ามีแนวโน้มที่จะยับยั้งการเจริญของเส้นใย ดังจะเห็นได้จาก ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm มีน้ำหนักแห้งของเส้นใยน้อยที่สุดเท่ากับ 16.82 มิลลิกรัม รองลงมา คือ ความเข้มข้นที่ 30,000 และ20,000 ppm ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของเส้นใย เท่ากับ 18.86 และ145.98 มิลลิกรัม ตามลำดับ แต่ที่ความเข้มข้น 10,000 ppm มีผลต่อการกระตุ้นการเจริญของเส้นใย ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของเส้นใย เท่ากับ 259.36 มิลลิกรัม ส่วนวิธีการ control (0 ppm) มีน้ำหนักแห้งของเส้นใย เท่ากับ 239.04 มิลลิกรัม (ตารางที่ 8) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใย พบว่า ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยสูงที่สุด เท่ากับ 92.95 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ที่ความเข้มข้น 30,000 และ 20,000 มีค่าเท่ากับ 92.08และ38.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ที่ความเข้มข้น 10,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์กระตุ้นการเจริญของเส้นใย เท่ากับ 8.59 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีการเปรียบเทียบ (ตารางที่ 9)

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) กับเชื้อ *Fusarium* sp. พบว่ามีแนวโน้มที่จะยับยั้งการเจริญเส้นใย ดังจะเห็นได้จาก ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm มีน้ำหนักแห้งของเส้นใยน้อยที่สุดเท่ากับ 229.10 มิลลิกรัม รองลงมา คือ ความเข้มข้นที่ 30,000, 20,000 และ10,000 ppm ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของเส้นใย เท่ากับ 231.60, 250.46 และ264.06 มิลลิกรัม ตามลำดับ ส่วนวิธีการ control (0 ppm) มีน้ำหนักแห้งของเส้นใย เท่ากับ 302.82 มิลลิกรัม (ตารางที่ 8) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใย พบว่า ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยสูงที่สุด เท่ากับ 24.37 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ที่ความเข้มข้น 30,000, 20,000 และ 10,000 มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเท่ากับ 22.83, 17.21และ12.61เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับเมื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีการเปรียบเทียบ (ตารางที่ 9)



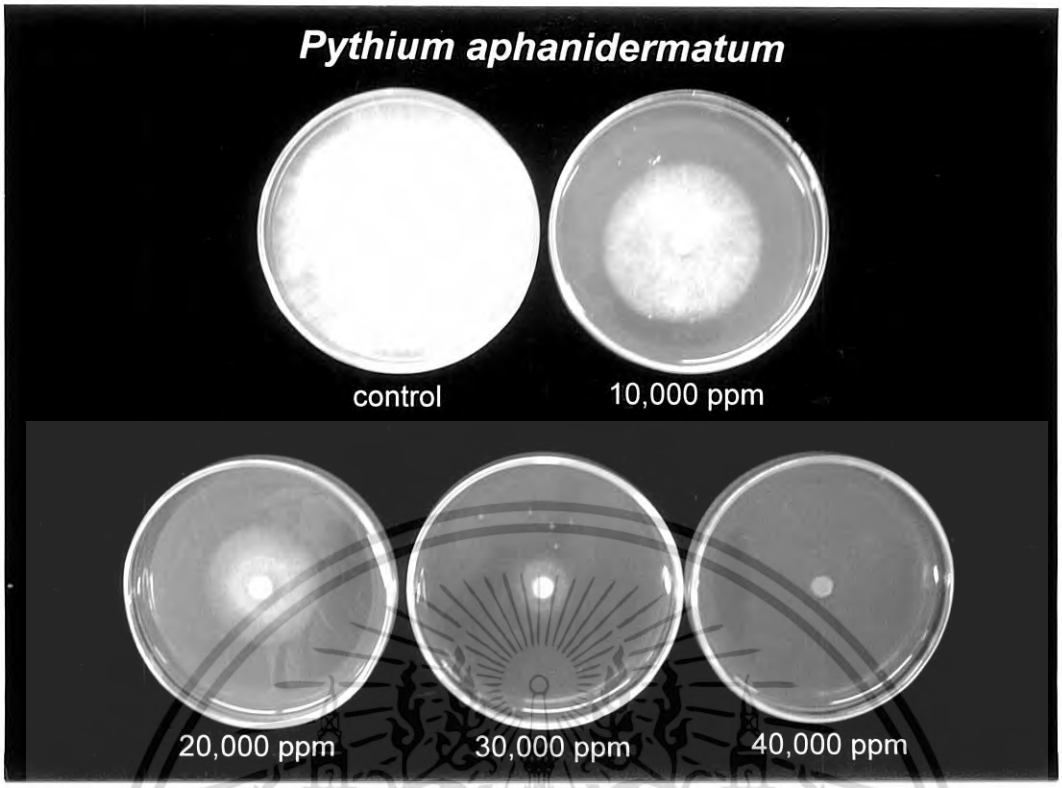
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราในอาหารเหลว PDB

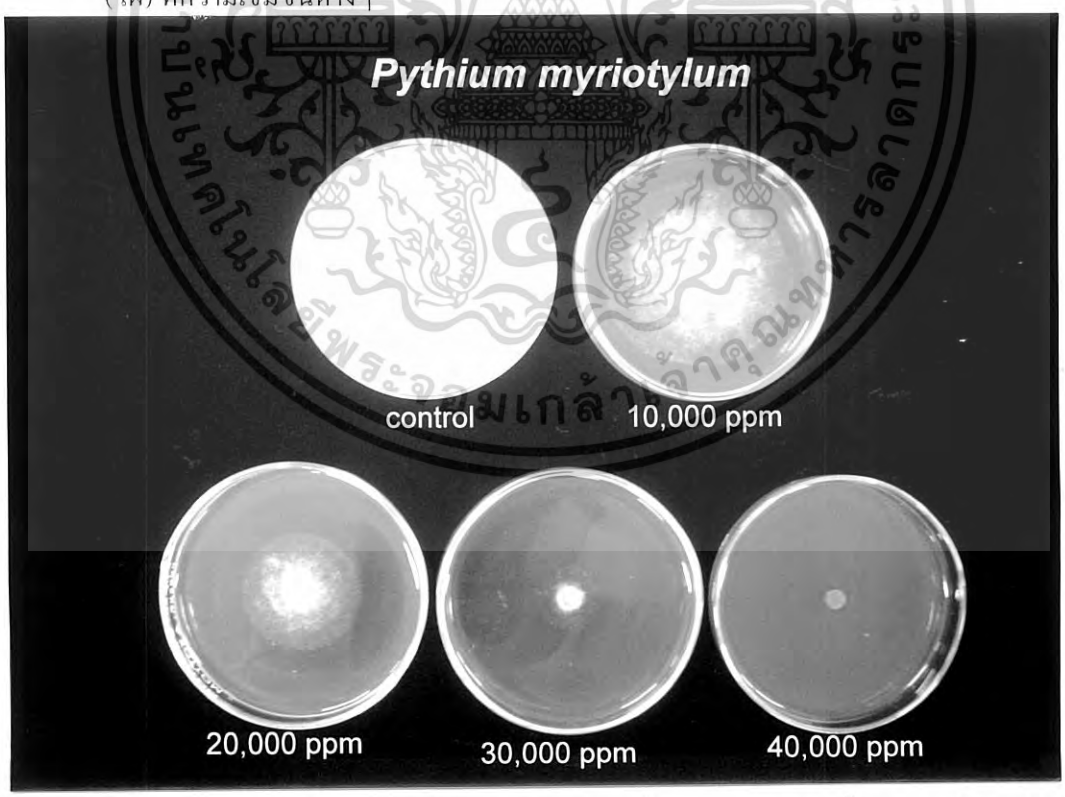
| ชนิดน้ำส้มควันไม้ | เชื้อทดสอบ | น้ำหนักแห้งเส้นใย (mg) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ระดับความเข้มข้น (ppm) | | | | |
| | | 0 | 10,000 | 20,000 | 30,000 | 40,000 [1] |
| ยูคาลิปตัส | *P. aphanidermatum* | 207.72b [2] | 243.66a | 242.10a | 246.56a | 212.04b |
| | *P. myriotylum* | 310.06a | 304.82a | 291.34b | 236.82c | 194.36d |
| | *Fusarium* sp. | 292.68a | 263.98ab | 258.58bc | 226.62bc | 246.40c |

[1] ทุกระดับความเข้มข้น ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 6.5-6.8 โดย KOH

[2] ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ P = 0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan's Multiple Range Test

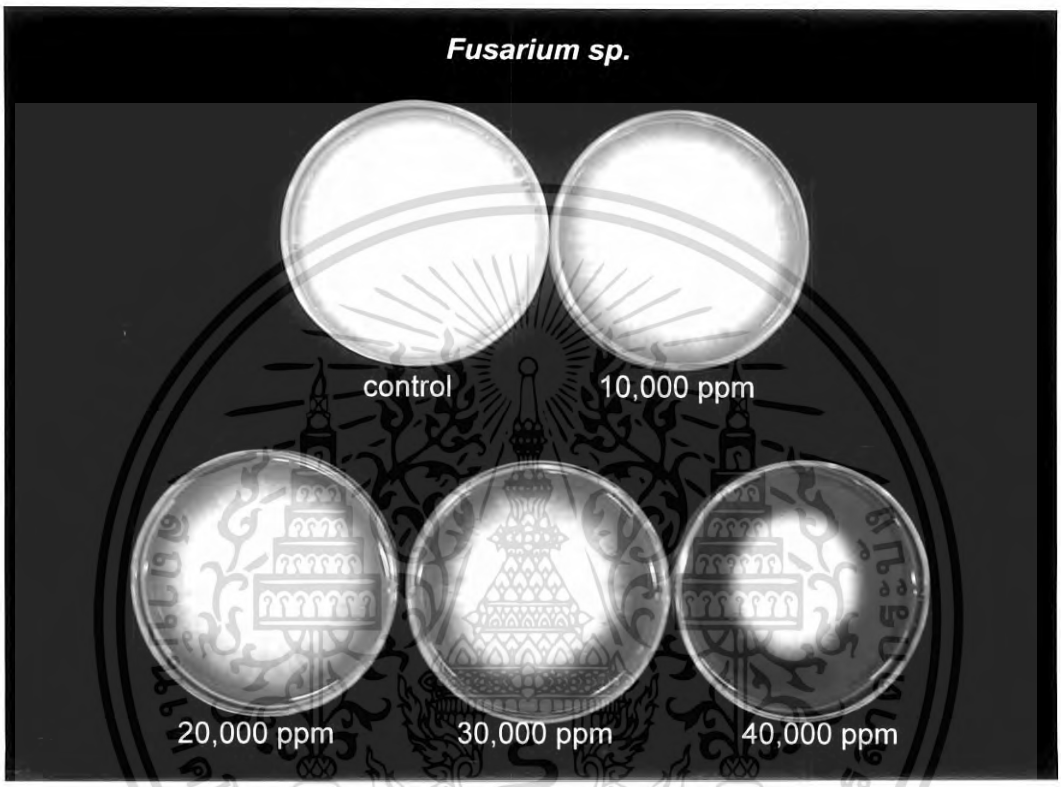



ภาพที่ 12 แสดงขนาดของโคโลนีของเชื้อ *P. aphanidermatum* ที่นำมาทดสอบกับน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ความเข้มข้นต่างๆ




ภาพที่ 13 แสดงขนาดของโคโลนีของเชื้อ *P. myriotylum* ที่นำมาทดสอบกับน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 14 แสดงขนาดของโคโลนีของเชื้อ *Fusarium* sp. ที่นำมาทดสอบกับน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 แสดงประสิทธิภาพและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น (ppm) | เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี(cm) | เปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนี |
|---|---|---|
| 0 | 9.00 a[1/] | 0 e |
| 10,000 | 8.72 b | 3.10 d |
| 20,000 | 7.36 c | 18.21 c |
| 30,000 | 6.16 d | 31.55 b |
| 40,000 | 5.20 e | 42.22 a |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แต่ละแถวแตกต่างกันในทางสถิติ P = 0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan's Multiple Range Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงประสิทธิภาพและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น (ppm) | เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี(cm) | เปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนี |
|---|---|---|
| 0 | 9.00 a[1/] | 0 e |
| 10,000 | 8.66 b | 3.77 d |
| 20,000 | 7.20 c | 19.99 c |
| 30,000 | 5.90 d | 34.44 b |
| 40,000 | 5.08 e | 43.55 a |

[1] ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แต่ละแถวแตกต่างกันในทางสถิติ P = 0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan's Multiple Range Test

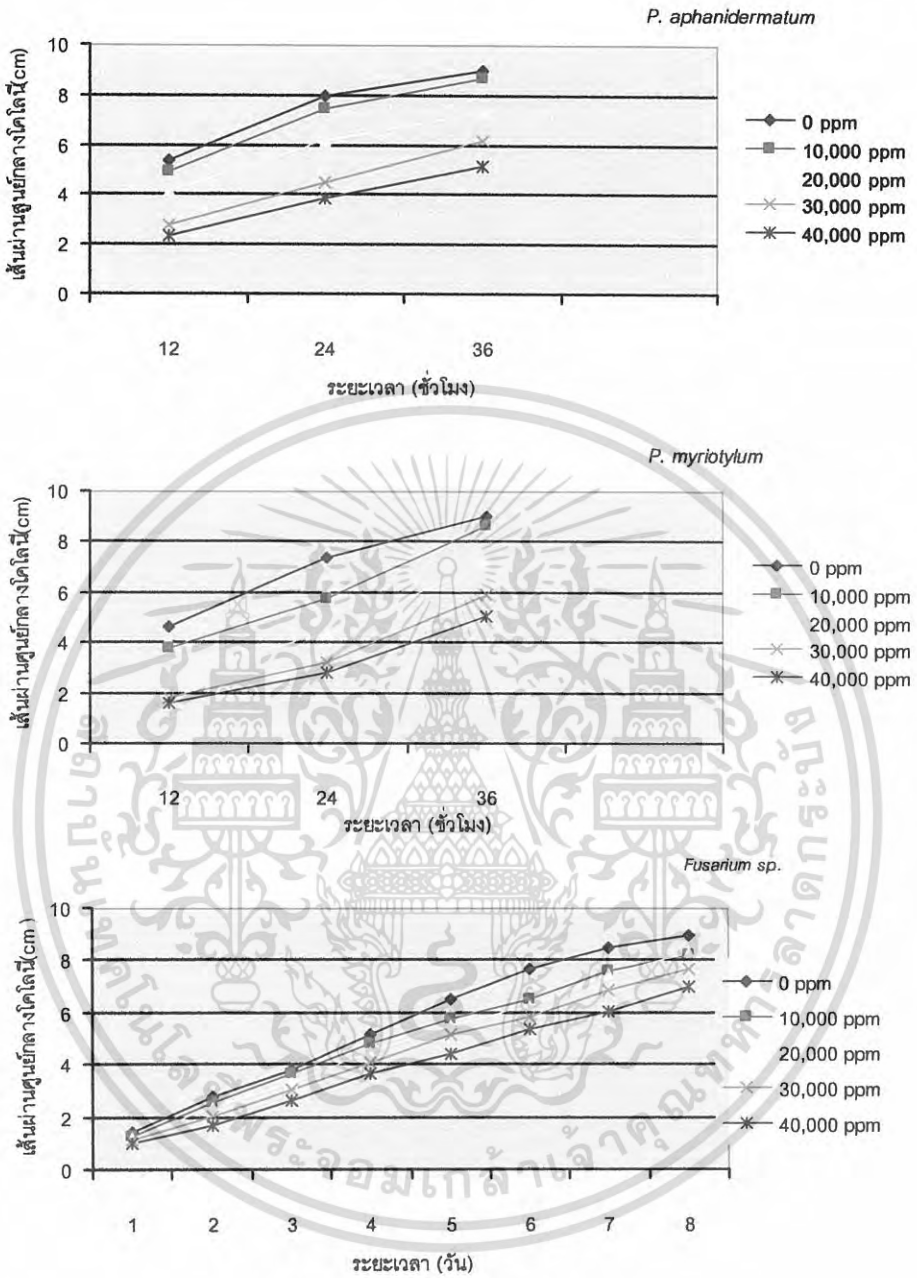
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 แสดงประสิทธิภาพและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 8 วัน

| ระดับความเข้มข้น (ppm) | เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี(cm) | เปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนี |
|---|---|---|
| 0 | 9.00 a[1/] | 0 d |
| 10,000 | 8.26 b | 7.99 c |
| 20,000 | 8.28 b | 8.21 c |
| 30,000 | 7.68 c | 14.66 b |
| 40,000 | 7.04 d | 21.77 a |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แต่ละแถวแตกต่างกันในทางสถิติ P = 0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan's Multiple Range Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 15 กราฟการเจริญเติบโตของเชื้อราบนอาหาร PDA ที่มีส่วนผสมของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ความเข้มข้นต่างๆ เชื้อ *P. aphanidermatum* (บน), เชื้อ *P. myriotylum* (กลาง) และเชื้อ *Fusarium* sp. (ล่าง)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 แสดงประสิทธิภาพและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น (ppm) | เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี(cm) | เปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนี |
|---|---|---|
| 0 | 9.00 a[1/] | 0 e |
| 10,000 | 8.30 b | 7.77 d |
| 20,000 | 7.12 c | 20.88 c |
| 30,000 | 6.36 d | 29.33 b |
| 40,000 | 4.58 e | 49.10 a |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่แตดต่างกันในแนวตั้ง แต่ละแถวแตกต่างกันในทางสถิติ P = 0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan's Multiple Range Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 แสดงประสิทธิภาพและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น (ppm) | เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี(cm) | เปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนี |
|---|---|---|
| 0 | 9.00 a[1/] | 0 e |
| 10,000 | 8.10 b | 9.99 c |
| 20,000 | 6.86 c | 23.77 b |
| 30,000 | 5.40 d | 39.99 a |
| 40,000 | 4.94 e | 45.10 a |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แต่ละแถวแตกต่างกันในทางสถิติ P = 0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan's Multiple Range Test

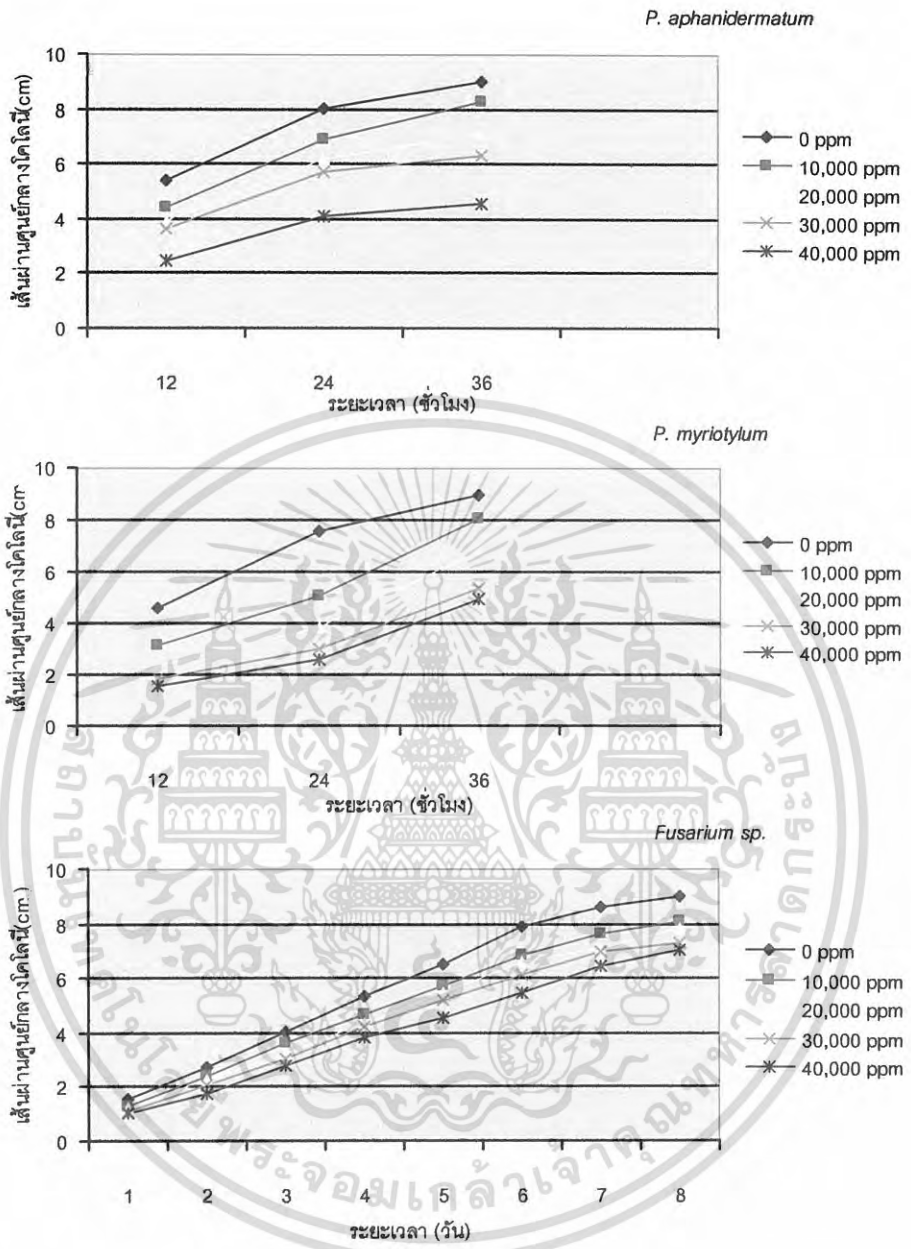
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 แสดงประสิทธิภาพและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 8 วัน

| ระดับความเข้มข้น (ppm) | เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี(cm) | เปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนี |
|---|---|---|
| 0 | 9.00 a[1/] | 0 d |
| 10,000 | 8.10 b | 11.34 c |
| 20,000 | 7.86 c | 17.58 b |
| 30,000 | 7.32 d | 18.74 b |
| 40,000 | 7.04 e | 25.21 a |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ ค่าเฉลี่ตามตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แต่ละแถวแตกต่างกันในทางสถิติ P = 0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan's Multiple Range Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 16** กราฟการเจริญเติบโตของเชื้อราบนอาหาร PDA ที่มีส่วนผสมของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ความเข้มข้นต่างๆ เชื้อ *P. aphanidermatum* (บน), เชื้อ *P. myriotylum* (กลาง) และเชื้อ *Fusarium* sp. (ล่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 แสดงประสิทธิภาพและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น (ppm) | เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี(cm) | เปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนี |
|---|---|---|
| 0 | 9.00 a[1] | 0 e |
| 10,000 | 6.10 b | 32.21 d |
| 20,000 | 3.60 c | 59.99 c |
| 30,000 | 2.10 d | 76.66 b |
| 40,000 | 0.80 e | 91.11 a |

[1] ค่าเฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แต่ละแถวแตกต่างกันในทางสถิติ P = 0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan's Multiple Range Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 แสดงประสิทธิภาพและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น (ppm) | เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี(cm) | เปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนี |
|---|---|---|
| 0 | 9.00 a[1/] | 0 e |
| 10,000 | 6.12 b | 31.99 d |
| 20,000 | 3.56 c | 60.44 c |
| 30,000 | 2.00 d | 77.77 b |
| 40,000 | 0.80 e | 91.11 a |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แต่ละแถวแตกต่างกันในทางสถิติ P = 0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan's Multiple Range Test

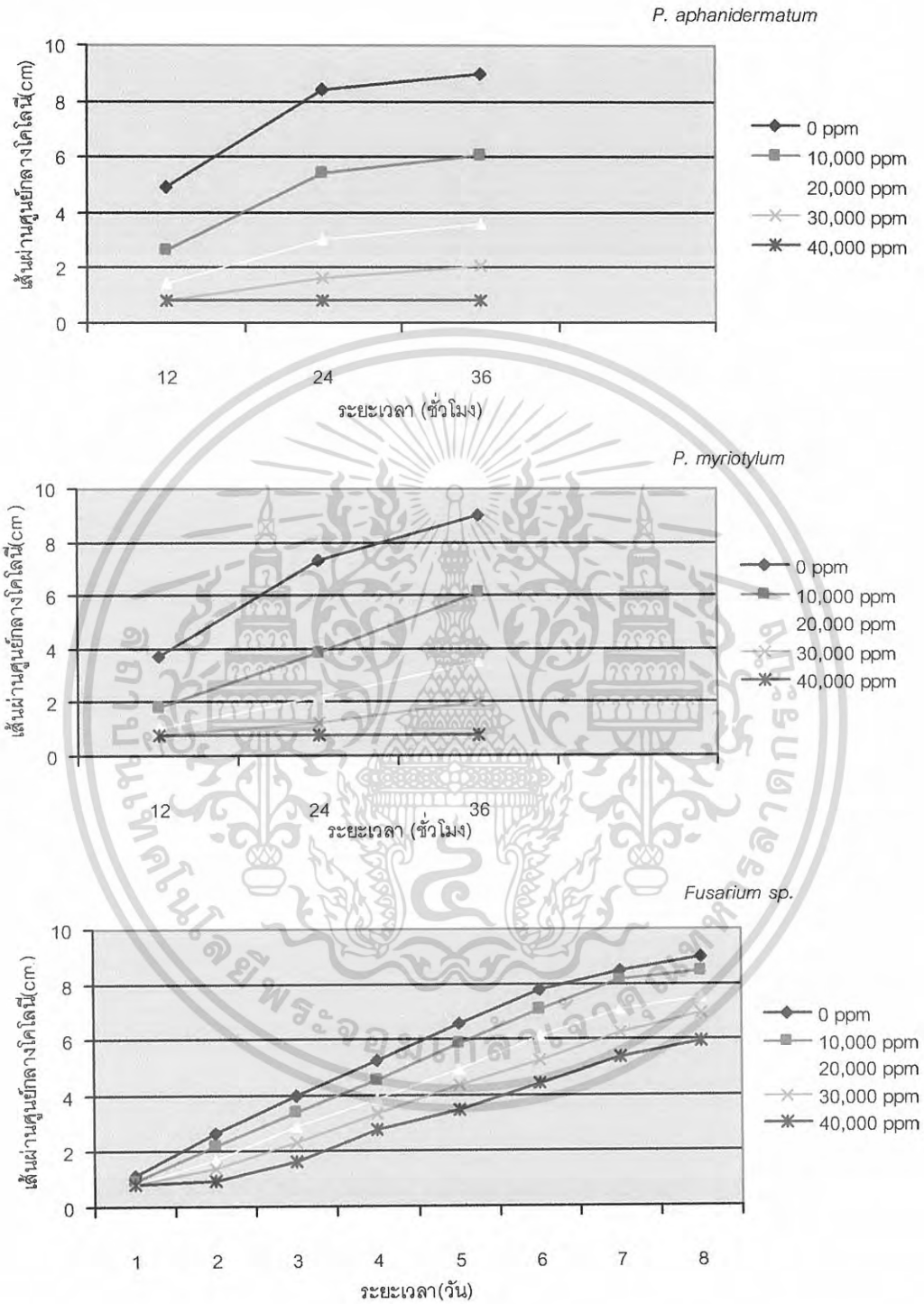
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 แสดงประสิทธิภาพและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารเข็ง PDA ที่เวลา 8 วัน

| ระดับความเข้มข้น (ppm) | เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี(cm) | เปอร์เซ็นต์การยับยั้งขนาดโคโลนี |
|---|---|---|
| 0 | 9.00 a[1/] | 0 e |
| 10,000 | 8.50 b | 5.55 d |
| 20,000 | 7.56 c | 15.99 c |
| 30,000 | 6.96 d | 22.66 b |
| 40,000 | 5.94 e | 33.99 a |

[1/]ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ ค่าเฉลี่ตามตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แต่ละแถวแตกต่างกันในทางสถิติ P = 0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan's Multiple Range Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 17 กราฟการเจริญเติบโตของเชื้อราบนอาหาร PDA ที่มีส่วนผสมของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ความเข้มข้นต่างๆเชื้อ *P. aphanidermatum* (บน), เชื้อ *P. myriotylum* (กลาง) และ เชื้อ *Fusarium* sp. (ล่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.3 การทดสอบโดยวิธี Paper dish assay**

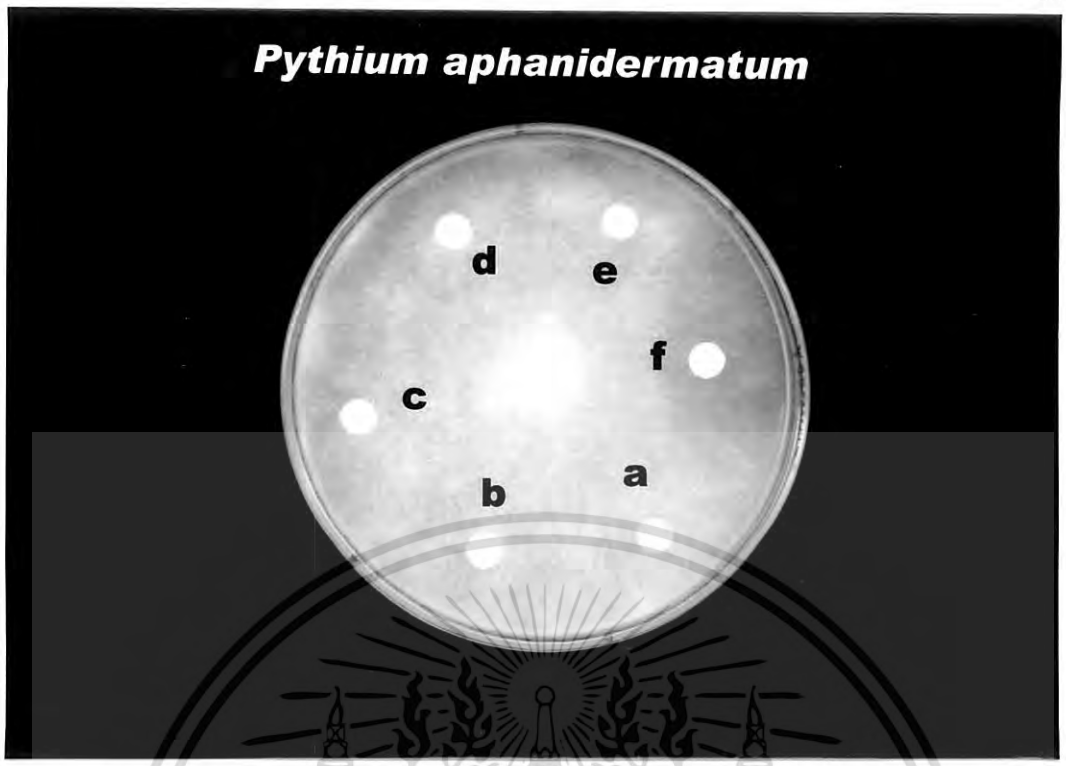
จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้และสารทดสอบที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ *P.aphanidermatum*, *P. myriotylum* และ *Fusarium* sp. ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

การทดสอบน้ำส้มควันไม้และสารทดสอบทั้ง 6 ชนิด คือ น้ำส้มควันไม้(ยูคาลิปตัส), น้ำส้มควันไม้(กระถิน), น้ำส้มควันไม้(ไผ่), น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ, กรดอะซิติก และเมทาแลกซิล กับเชื้อ *P. aphanidermatum* พบว่า เมทาแลกซิลมีขนาดบริเวณยับยั้ง (I-zone) สูงที่สุดเท่ากับ 11.00 มิลลิเมตรรองลงมา คือ น้ำส้มควันไม้(ยูคาลิปตัส), น้ำส้มควันไม้(กระถิน), น้ำส้มควันไม้(ไผ่) และกรดอะซิติก ซึ่งมีขนาดบริเวณยับยั้ง (I-zone) เท่ากับ 2.70, 2.60, 2.40 และ1.20 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้ (ภาพที่18, ตารางที่19)

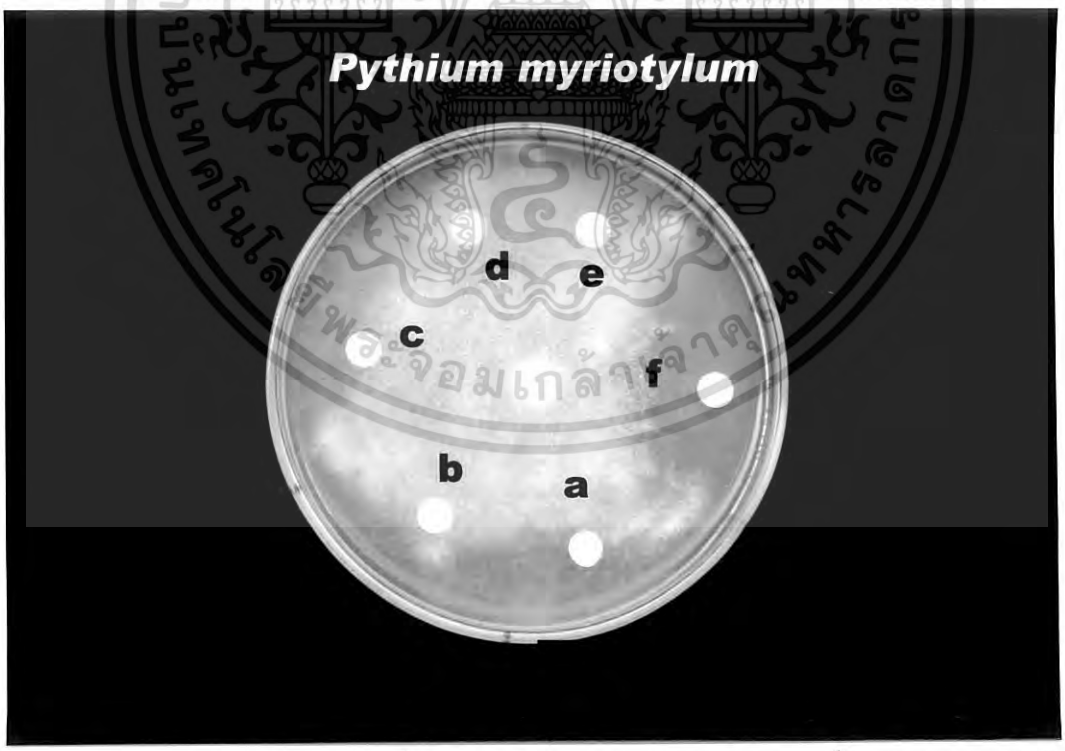
การทดสอบน้ำส้มควันไม้และสารทดสอบทั้ง 6 ชนิด คือ น้ำส้มควันไม้(ยูคาลิปตัส), น้ำส้มควันไม้(กระถิน), น้ำส้มควันไม้(ไผ่), น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ, กรดอะซิติก และเมทาแลกซิล กับเชื้อ *P. myriotylum* พบว่า เมทาแลกซิลมีขนาดบริเวณยับยั้ง (I-zone) สูงที่สุดเท่ากับ 10.30 มิลลิเมตร รองลงมา คือ น้ำส้มควันไม้(ไผ่), น้ำส้มควันไม้(กระถิน), น้ำส้มควันไม้(ยูคาลิปตัส) และกรดอะซิติก ซึ่งมีขนาดบริเวณยับยั้ง (I-zone) เท่ากับ 2.60, 2.20 ,2.00 และ1.70 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้ (ภาพที่19, ตารางที่19)

การทดสอบน้ำส้มควันไม้และสารทดสอบทั้ง 6 ชนิด คือ น้ำส้มควันไม้(ยูคาลิปตัส), น้ำส้มควันไม้(กระถิน), น้ำส้มควันไม้(ไผ่), น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ, กรดอะซิติก และเมทาแลกซิล กับเชื้อ *Fusarium* sp. พบว่า น้ำส้มควันไม้(ไผ่) มีขนาดบริเวณยับยั้ง (I-zone) สูงที่สุดเท่ากับ 2.90 มิลลิเมตร รองลงมา คือ น้ำส้มควันไม้(กระถิน), เมทาแลกซิล, น้ำส้มควันไม้(ยูคาลิปตัส) และกรดอะซิติกซึ่งมีขนาดบริเวณยับยั้ง (I-zone) เท่ากับ 2.80, 2.50, 2.20 และ1.30 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้(ภาพที่ 20, ตารางที่ 19)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

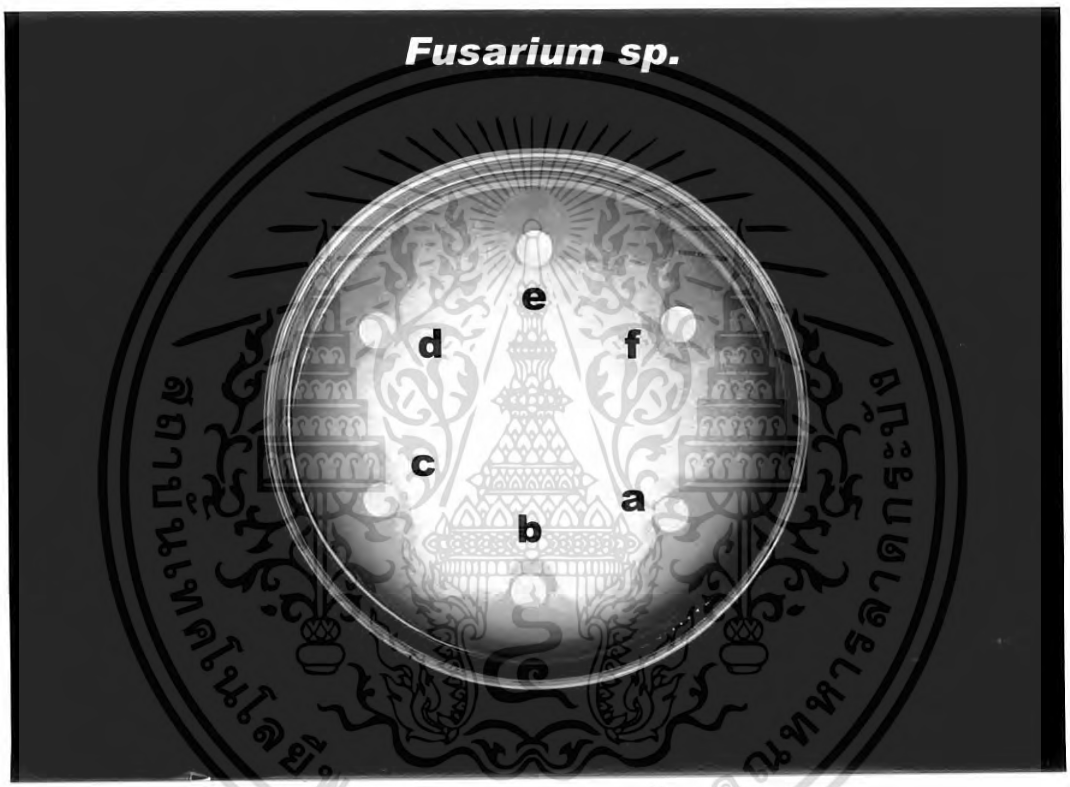



ภาพที่ 18 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้และสารทดสอบต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อ *P. aphanidermatum* โดย a = น้ำส้มควันไม้(ยูคาลิปตัส), b = น้ำส้มควันไม้(กระถิน), c = น้ำส้มควันไม้(ไผ่), d = น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ, e = กรดอะซิติก, f = เมทาแลกซิล




ภาพที่ 19 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้และสารทดสอบต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อ *P. myriotylum* โดย a = น้ำส้มควันไม้(ยูคาลิปตัส), b = น้ำส้มควันไม้(กระถิน), c = น้ำส้มควันไม้(ไผ่), d = น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ, e = กรดอะซิติก, f = เมทาแลกซิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




ภาพที่ 20 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้และสารทดสอบต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อ *Fusarium* sp. โดย a = น้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส), b = น้ำส้มควันไม้ (กระถิน), c = น้ำส้มควันไม้ (ไผ่), d = น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ, e = กรดอะซิติก, f = เมทาแลกซิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้และสารทดสอบในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา ทดสอบโดยวิธี Paper dish assay

| สารทดสอบ | เชื้อทดสอบ | การเจริญของเส้นใยเชื้อราทดสอบ | |
|---|---|---|---|
| | | การยับยั้งการเจริญของเส้นใย[2/] | ขนาดของ I- zone |
| ยูคาลิปตัส[1/] | *P. aphanidermatum* | Y | 2.70 b[1/] |
| กระถิน | | Y | 2.60 b |
| ไผ่ | | N | 2.40 bc |
| น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ | | N | 0.00 c |
| กรดอะซิติก | | N | 1.20 bc |
| เมทาแลกซิล | | Y | 11.00 a |
| ยูคาลิปตัส | *P.myriotylum* | Y | 2.00 b[1/] |
| กระถิน | | Y | 2.20 b |
| ไผ่ | | Y | 2.60 b |
| น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ | | N | 0.00 c |
| กรดอะซิติก | | Y | 1.70 b |
| เมทาแลกซิล | | Y | 10.30 a |
| ยูคาลิปตัส | *Fusarium* sp. | Y | 2.20 a[1/] |
| กระถิน | | Y | 2.80 a |
| ไผ่ | | Y | 2.90 a |
| น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ | | N | 0.00 c |
| กรดอะซิติก | | Y | 1.30 b |
| เมทาแลกซิล | | Y | 2.50 a |

[1/] สารทดสอบทุกตัว ยกเว้น เมทาแลกซิล ทำการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 5

[2/] Y = ยับยั้งการเจริญ N = ไม่ยับยั้งการเจริญ โดยทำการเปรียบเทียบจากขนาดของ I-zone ของสารที่ทดสอบ กับน้ำกลั่น ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

[3/] ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ P = 0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan's Multiple Range Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4. การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้และสารทดสอบในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์**

**4.1 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้และสารทดสอบในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อ *P. aphanidermatum* และ *P. myriotylum***

การทดสอบน้ำส้มควันไม้ pH 5.5 (ยูคาลิปตัส), น้ำส้มควันไม้ pH 5.5 (กระถิน), น้ำส้มควันไม้ pH 5.5 (ไผ่), น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ pH 5.5 และน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ต่อการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อ *P. aphanidermatum* พบว่า น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ pH 5.5 และน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ มีผลต่อการสร้างส่วนขยายพันธุ์ (zoospore) ของเชื้อ *P. aphanidermatum* ซึ่งมีปริมาณ zoospore เท่ากับ $7 \times 10^{4}$ zoospore/ml และ $9.33 \times 10^{4}$ zoospore/ml ตามลำดับ ส่วนน้ำส้มควันไม้ pH 5.5 (ยูคาลิปตัส), น้ำส้มควันไม้ pH 5.5(กระถิน), น้ำส้มควันไม้ pH 5.5 (ไผ่) มีผลให้เชื้อ *P. aphanidermatum* ไม่สามารถสร้างส่วนขยายพันธุ์ได้ (ตารางที่ 20)

การทดสอบน้ำส้มควันไม้ pH 5.5(ยูคาลิปตัส), น้ำส้มควันไม้ pH 5.5(กระถิน), น้ำส้มควันไม้ pH 5.5(ไผ่), น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ pH 5.5 และน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ต่อการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อ *P. myriotylum* พบว่า น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ pH 5.5 และน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ มีผลต่อการสร้างส่วนขยายพันธุ์(zoospore) ของเชื้อ *P. myriotylum* ซึ่งมีปริมาณ zoospore เท่ากับ $6.33 \times 10^{4}$ zoospore/ml และ $8.66 \times 10^{4}$ zoospore/ml ตามลำดับ ส่วนน้ำส้มควันไม้ pH 5.5(ยูคาลิปตัส), น้ำส้มควันไม้ pH 5.5(กระถิน), น้ำส้มควันไม้ pH 5.5(ไผ่) มีผลให้เชื้อ *P. myriotylum* ไม่สามารถสร้างส่วนขยายพันธุ์ได้ (ตารางที่ 20)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 แสดงประสิทธิภาพของสารทดสอบในการยับยั้งส่วนขยายพันธุ์ (zoospore) ของเชื้อ *P. aphanidermatum* และ *P. myriotylum*

| สารทดสอบ | ปริมาณ zoospore (x $10^4$/ml) | |
|---|---|---|
| | เชื้อทดสอบ | |
| | *P. aphanidermatum* | *P. myriotylum* |
| ยูคาลิปตัส (pH 5.5) | 0.00 c[1/] | 0.00 c |
| กระถิน (pH 5.5) | 0.00 c | 0.00 c |
| ไผ่ (pH5.5) | 0.00 c | 0.00 c |
| น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (pH5.5) | 7.00 b | 6.33 b |
| น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ | 9.33 a | 8.66 a |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ P = 0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan's Multiple Range Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.2 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อ *Fusarium* sp.**

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ ทั้ง 3 ชนิดที่มีผลต่อการสร้างส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อ *Fusarium* sp. ผลการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

การทดสอบน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) พบว่ามีแนวโน้มที่จะกระตุ้นการสร้างส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อ *Fusarium* sp. โดยพบว่าจำนวน micro-conidia มีปริมาณสปอร์สูงที่สุด เท่ากับ 13.61 x $10^6$/ml ที่ระดับความเข้มข้น 40,000 ppm รองลงมา คือ ความเข้มข้น 30,000, 20,000 และ 10,000 ppm ซึ่งมีปริมาณสปอร์ เท่ากับ 12.02x$10^6$, 11.04x$10^6$ และ9.88x$10^6$/ml ตามลำดับ ส่วนวิธีการ control(0 ppm) มีปริมาณสปอร์เท่ากับ 8.18x$10^6$/ml (ตารางที่ 21) เมื่อทำการนับ macro-conidia มีแนวโน้มว่าที่ความเข้มข้น 40,000 ppm มีปริมาณสปอร์สูงที่สุดเท่ากับ 42.20x$10^4$/ml รองลงมา คือที่ความเข้มข้น 30,000, 20,000 และ 10,000 ppm ซึ่งมีปริมาณสปอร์เท่ากับ 31.00x$10^4$, 23.60x$10^4$ และ15.40x$10^4$/ml ตามลำดับ ส่วนวิธีการ control (0 ppm) มีปริมาณสปอร์เท่ากับ 8.60x$10^4$/ml

การทดสอบน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) พบว่ามีแนวโน้มที่จะกระตุ้นการสร้างส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อ *Fusarium* sp. โดยพบว่าจำนวน micro-conidia มีปริมาณสปอร์สูงที่สุดเท่ากับ 13.69x$10^6$/ml ที่ระดับความเข้มข้น 40,000 ppm รองลงมา คือ ความเข้มข้น 20,000, 30,000 และ10,000 ppm ซึ่งมีปริมาณสปอร์เท่ากับ 13.09x$10^6$, 11.92x$10^6$ และ 9.51x$10^6$/ml ตามลำดับ ส่วนวิธีการ control(0 ppm) มีปริมาณสปอร์เท่ากับ 7.70x$10^6$/ml (ตารางที่ 21) เมื่อทำการนับ macro-conidia มีแนวโน้มว่าที่ความเข้มข้น 40,000 ppm มีปริมาณสปอร์สูงที่สุดเท่ากับ 43.10x$10^4$/ml รองลงมา คือที่ความเข้มข้น 30,000, 20,000 และ 10,000 ppm ซึ่งมีปริมาณสปอร์เท่ากับ 32.90x$10^4$, 23.70x$10^4$ และ 16.40x$10^4$/ml ตามลำดับ ส่วนวิธีการ control (0 ppm) มีปริมาณสปอร์ เท่ากับ 7.20x$10^4$/ml

การทดสอบน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) พบว่ามีแนวโน้มที่จะยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อ *Fusarium* sp. โดยพบว่านับจำนวน micro-conidia มีปริมาณสปอร์น้อยที่สุดเท่ากับ 4.77x$10^6$/ml ที่ระดับความเข้มข้น 40,000 ppm รองลงมา คือ ความเข้มข้น 30,000, 20,000 และ10,000 ppm ซึ่งมีปริมาณสปอร์ เท่ากับ 5.38x$10^6$, 8.11x$10^6$ และ 9.49x$10^6$/ml ตามลำดับ ส่วนวิธีการ control (0 ppm) มีปริมาณสปอร์เท่ากับ 11.01x$10^6$/ml (ตารางที่ 22) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ พบว่า ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์สูงที่สุดเท่ากับ 56.55 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ที่ความเข้มข้น 30,000, 20,000, 10,000 ppm มีค่าเท่ากับ 51.10, 26.04 และ13.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีการเปรียบเทียบ เมื่อทำการนับ macro-conidia มีแนวโน้มว่าที่ความเข้มข้น 40,000 ppm มีปริมาณสปอร์น้อยที่สุดเท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$7.20x10^{4}$/ml รองลงมา คือที่ความเข้มข้น 30,000, 20,000 และ 10,000 ppm ซึ่งมีปริมาณสปอร์เท่ากับ $10.60x10^{4}$, $14.80x10^{4}$ และ $19.80x10^{4}$/ml ตามลำดับ ส่วนวิธีการ control (0 ppm) มีปริมาณสปอร์ เท่ากับ $27.20x10^{4}$/ml เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ พบว่า ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์สูงที่สุดเท่ากับ 71.93 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ที่ความเข้มข้น 30,000, 20,000, 10,000 ppm มีค่าเท่ากับ 59.70, 45.03 และ 26.23 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับเมื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีการเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้และสารทดสอบในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อ *Fusarium* sp.

| ชนิดของน้ำส้มควันไม้ | ปริมาณสปอร์ (x $10^6$/ml) micro-conidia ระดับความเข้มข้น (ppm) | | | | | ปริมาณสปอร์ (x $10^4$/ml) macro-conidia ระดับความเข้มข้น (ppm) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 10,000 | 20,000 | 30,000 | 40,000[1/] | 0 | 10,000 | 20,000 | 30,000 | 40,000 |
| ยูคาลิปตัส | 8.18 d[2/] | 9.88 c | 11.04 bc | 12.02 b | 13.61 a | 8.60 e | 15.40 d | 23.60c | 31.00 b | 42.20 a |
| กระถิน | 7.70 d | 9.51 c | 11.92 b | 13.09 a | 13.69 a | 7.20 e | 16.40 d | 23.70 c | 32.90 b | 43.10 a |
| ไผ่ | 11.01 a | 9.49 ab | 8.11 b | 5.38 c | 4.77 c | 27.20 a | 19.80 b | 14.80 c | 10.60 d | 7.20 e |

1/ ทุกๆระดับความเข้มข้น ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 5.5-5.8 โดย KOH

2/ ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ P = 0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 22 แสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อ *Fusarium* sp. โดยน้ำส้มควันไม้แต่ละชนิด

| ชนิดของน้ำส้มควันไม้ | ปริมาณสปอร์ (x $10^6$/ml) micro-conidia ระดับความเข้มข้น (ppm) | | | | | ปริมาณสปอร์ (x $10^4$/ml) macro-conidia ระดับความเข้มข้น (ppm) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 10,000 | 20,000 | 30,000 | 40,000[1/] | 0 | 10,000 | 20,000 | 30,000 | 40,000 |
| ยูคาลิปตัส | | | ไม่ยับยั้ง | | | | | ไม่ยับยั้ง | | |
| กระถิน | | | ไม่ยับยั้ง | | | | | ไม่ยับยั้ง | | |
| ไผ่ | 0 c | 13.76 b | 26.04 b | 51.10 a | 56.55 a | 0 e | 26.23 d | 45.03 c | 59.70 b | 71.93 a |

[1/] ทุกๆระดับความเข้มข้น ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 5.5-5.8 โดย KOH

[2/] ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ P = 0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan's Multiple Range Test

# วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อที่นำมาทดสอบในครั้งนี้ พบว่า เชื้อดังกล่าวเป็นเชื้อ *Pythium aphanidermatum*, *Pythium myriotylum* และ *Fusarium* sp. ตรงตามที่ได้ทำการจัดจำแนกไว้ในเบื้องต้น ในกรณีของเชื้อ *P. phanidermatum* และ *P. myriotylum* ได้ มีรายงานว่าเป็นสาเหตุของโรคโคนเน่ารากเน่าของ แตงกวายุโรป และโรครากเน่าของผักสลัดที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ตามลำดับ (พรหมมาศ และคณะ, 2540; พรหมมาศ และอิทธิสุนทร, 2548) ในกรณีของเชื้อ *Fusarium* sp. ที่นำมาทดสอบเป็นเชื้อที่แยกได้จาก sweet basil ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ถึงแม้ว่ายังไม่ได้นำไปทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรค แต่ก็คาดว่าอาจเป็นสาเหตุของโรครากเน่า เนื่องจากแยกได้จากส่วนของพืชที่เป็นโรคดังกล่าว และมีรายงานว่าเชื้อ *Fusarium* sp. เป็นสาเหตุของโรคในพืชผักได้หลายชนิด(Kiecana and Mielniczuk, 2001)

ในการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัส, กระถิน และไม้ไผ่ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum*, *P. myriotylum* และ *Fusarium* sp. พบว่า น้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิดมีแนวโน้มที่จะยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อดังกล่าวได้

ในกรณีของเชื้อ *P. aphanidermatum* พบว่า เมื่อทดสอบในอาหารเหลว น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้กระถิน และไม้ไผ่ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อดังกล่าวได้ดีที่สุด เท่ากับ 87.10 และ89.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัสไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ในครั้งนี้ ในทางตรงกันข้ามกลับมีผลในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเชื้อซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า อาจมีการปนเปื้อน (contamination) จากเชื้อแบคทีเรียลงในอาหารเหลวที่ทำการทดสอบในครั้งนี้ มีรายงานว่า น้ำส้มควันไม้นอกจากสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราแล้วยังสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียได้ (Sulaiman, 2005) ดังนั้นการผสมน้ำส้มควันไม้ในอาหารเหลวจึงมีผลในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจึงทำให้เชื้อราเจริญเติบโตได้อย่างปกติ ในทางตรงข้ามอาหารเหลวที่ไม่ได้ผสมน้ำส้มควันไม้ยังคงมีการเจริญของเชื้อแบคทีเรียอยู่จึงทำให้เชื้อรามีการเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ เมื่อทดสอบในอาหารแข็ง น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัส, กระถิน และไม้ไผ่ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อดังกล่าวได้ดีที่สุด เท่ากับ 42.22, 49.10 และ91.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในการทดสอบโดยวิธี Paper dish assay น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัส, กระถิน และไม้ไผ่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อดังกล่าวได้ดีที่สุด เท่ากับ 2.70, 2.60 และ2.40 มิลลิเมตร ตามลำดับและเมื่อทดสอบการยับยั้งการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างส่วนขยายพันธุ์ พบว่า น้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด (pH 5.5) มีผลในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ได้อย่างสมบูรณ์

ในกรณีของเชื้อ *P. myriotylum* พบว่าเมื่อทดสอบในอาหารเหลว น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัสและไม้ไผ่ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อดังกล่าวได้ดีที่สุด เท่ากับ 37.31 และ 92.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้กระถินที่ความเข้มข้น 20,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อดังกล่าวได้ดีที่สุดเท่ากับ 77.46 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทดสอบในอาหารแข็ง น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัส, กระถิน และไม้ไผ่ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อดังกล่าวได้ดีที่สุด เท่ากับ 43.55, 45.10 และ91.11 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในการทดสอบโดยวิธี Paper dish assay น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัส, กระถิน และไม้ไผ่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อดังกล่าวได้ 2.00, 2.20 และ2.60 มิลลิเมตร ตามลำดับ และเมื่อทดสอบการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ พบว่า น้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด(pH 5.50) สามารถยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ได้อย่างสมบูรณ์

ในกรณีของเชื้อ *Fusarium* sp. พบว่า เมื่อทดสอบในอาหารเหลว น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้กระถินและไม้ไผ่ ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด เท่ากับ 23.55 และ 24.37 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัสที่ความเข้มข้น 30,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด เท่ากับ 22.07 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทดสอบในอาหารแข็ง น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัส, กระถิน และไม้ไผ่ ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด เท่ากับ 21.77, 21.77 และ33.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในการทดสอบโดยวิธี Paper dish assay น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากยูคาลิปตัส, กระถิน และไม้ไผ่สามรถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ 2.20, 2.80 และ 2.90 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งผลการทดสอบนี้สอดคล้องกับรายงานของ Sulaiman *et al.* (2005) ที่รายงานว่า bamboo vinegar ที่เติมลงบน cellulose disc ที่ความเข้มข้น 10% ,50% และ100% มีผลต่อการเจริญของเชื้อรา 7 ชนิด และเชื้อแบคทีเรีย 3 ชนิด โดยที่ความเข้มข้นสูงสุด 2 ความเข้มข้น มีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Aureobasidium pullulans* (MBRB1-3) และเชื้อ *Chaetomium globosum* (FPRL S70K) ได้ ตามลำดับ นอกจากนี้แล้ว การทดสอบโดยวิธี Paper dish assay พบว่า เมทาแลคซิลสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *P. aphanidermatum* และ *P. myriotylum* ได้ดีกว่า เชื้อ *Fusarium* sp. เนื่องจาก เมทาแลคซิลเป็นสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราชั้นต่ำ ดังนั้นจึงไม่สามารถป้องกันกำจัดเชื้อ *Fusarium* sp.ได้เพราะเป็นเชื้อราชั้นสูง ส่วนการทดสอบการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ พบว่า น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัสและไม้กระถิน มีแนวโน้มในการกระตุ้นการสร้างส่วนขยายพันธุ์ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Ohta *et al.* ที่รายงานว่า การนำสารสกัด wood vinegar ผสมลงในขี้เลื่อยและทำการเลี้ยงเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*Flammulina velutipes* , *Lentinus edodes* และ *Pleurotus ostreatus* และพบว่า wood vinegar สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตและสร้าง fruiting body ของเชื้อทั้ง 3 ชนิดได้ ส่วนน้ำส้มควันไม้ (ไผ่)ที่ความเข้มข้น 40,000 ppm สามารถยับยั้งการสร้าง micro-conidia และ macro-cionidia ได เท่ากับ 56.60 และ71.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ นิพนธ์ (2545) รายงานว่าการใช้ wood vinegar ที่ความเข้มข้น 5,000 ppm ทำให้ยับยั้งการสร้างสปอร์ได้สูงที่สุด ทั้งเชื้อจุลินทรีย์ต่อต้านและเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรค ในเชื้อจุลินทรีย์ต่อต้าน *Trichoderma harzianum*(PC01), *Trichoderma hamatum*(PC02), *Gliocladium virens*(GV), *Penicillium variabile*(PV), *Aspergillus oryzae*(AsO) และ *Chaetomium globosum*(Chi-g) และมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการสร้างสปอร์ เท่ากับ 53.25, 47.00, 75.55ล 83.75, 22.00 และ 30.50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรค *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopercisi*, *Colletotrichum gloeosporioides* และ *Phytophthora parasitica* มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการสร้างสปอร์ เท่ากับ 27.25, 43.75 และ 40.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผลจากการศึกษาในครั้งนี้ได้แสดงว่า น้ำส้มควันไม้ ซึ่งเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติที่อาจนำมาใช้ในการลดความรุนแรงของการเกิดโรค อันเนื่องมาจากเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้ ซึ่งจะเป็นแนวทางหนึ่งในการลดปริมาณการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดโรคพืชในระบบการเกษตรให้น้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง

กิตติ วิฑูรวิทย์ลักษณ์ และอรสา ดิสถาพร. 2543 อนาคตผักไทยปี 2000 เคหการเกษตร 1(24) : 121-127.

นิพนธ์ ศิริชาติ. 2545. การศึกษาอิทธิพลของ wood vinegar และ lignosulfonate ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ต่อต้านและเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืช. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.39 หน้า.

ปราโมทย์ รักษาราษฎร์. 2540. นโยบายส่งเสริมและพัฒนาพืชผัก. ข่าวสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ 423(38) : 17-19.

พุฒินันท์ พึ่งวงศ์ญาติ. 2546. ถ่านไม้และน้ำส้มควันไม้ CHARCOAL AND WOOD VINEGAR. ชมรมสวนป่า ผลิภัณฑ์และพลังงานจากไม้. 48 หน้า.

พรหมมาศ คูหากาญจน์, สุภชัย รตโนภาส และถนิมนันต์ เจนอักษร. 2539. การแพร่กระจายของเชื้อราบางชนิดในสารละลายหมุนเวียนของระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า14(2) : 26-37.

พรหมมาศ คูหากาญจน์, ถนิมนันต์ เจนอักษร และ สุภชัย รตโนภาส. 2540. โรคที่พบบนแตงกวายุโรปที่ปลูกในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดิน ในช่วงฤดูหนาว. หน้า 179-187. ใน : การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน. กรุงเทพมหานคร.

พรหมมาศ คูหากาญจน์ และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2548. ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีและจุลินทรีย์บริเวณเขตรากพืชที่แยกได้จากสลัดที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Pythium myriotylum*. Agricultural Sci. J. 36 5-6 (suppl) : 1195-1198.

มารศรี อุดมโชค. 2538. การผลิตผักอนามัย. รายงานการประชุมวิชาการพืชผักแห่งชาติ. ครั้งที่ 14 วันที่ 31 พฤษภาคม - 3 มิถุนายน 2538. สุพรรณบุรี. หน้า 282-295.

วิจัย รักวิทยาศาสตร์. 2546. INTRODUCTION TO MYCOLOGY (ราวิทยาเบื้องต้น). พิมพ์ครั้งที่1. โรงพิมพ์จามจุรีโปรดักท์, กรุงเทพฯ. 351 หน้า.

ศศิธร วุฒิวณิชย์. 2545. โรคผักและการควบคุมโรค. ภาควิชาโรคพืช, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 182 หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chang, H. Y., Kang, A. S., Cha Dong, Y.and Sung, J. M. 1995. Effects of wood vinegar on the mycelial growth promotion of some edible mushrooms and Trichoderma pathogen inhibition. RDA Journal of Agricultural Science, Farm Management, Agricultural Engineering, Sericulture, & Farm Products Utilization. 37(2) : 766-771.

Du HuaGuan, Mori, E., Terao, H., Tsuzuki, E. 1998. Effect of the mixture of charcoal with pyroligneous acid on shoot and root growth of sweet potato. Japanese Journal of Crop Science. 67(2) : 149-152.

Huang, J. H. and Lin, Y. S. 1998. Root rot of vegetable pea seedling in soilless cultural system caused by *Pythium aphanidermatum* and *P. ultimum*. Plant Prptection Bulletin(Taipai). 40(4) : 397-408.

Jaenaksorn, T . 2000. Measures of plant diseases control and hydroponic technology to suit Thai agricultural system while protecting the environment and sustaining resources. *Proceeding of Participants' Country Reports*. Sustainable Agriculture in an Environmental Perspective: Advanced International Training Programme, Svalov, Sweden. (4 Sept.-2Oct. 2000)

Kiecana, I. and Mielniczuk, E. 2001. The occurrence of *Fusarium culmorum*(W. G. Sm.) Sacc., *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. And *Fusarium crookwellense* Burgess, Nelson&Toussoun on oats lines (Avena sativa L.). Acta Agrobotanica. 54 (1) : 83-93.

Kusakari, S., Hishida, I. and Imamura, M. 2004. Control of root rot diseases of cucumber and tomato plant caused by *Pythium aphanidermatum* by using hydrophilic pellets containing silver or copper stearate. Nihon Bokin Bobai Gakkai Shi-Journal of Antibacterial and antifungal Agents. 32 (12) : 587-592.

Labuschagne, N., Gull, C., Wehner, F. C. and Botha, W. J. 2002. *Pythium* spp. infecting hydroponically grown lettuce in South Africa. Plant Disease. 86 (10) : 1175.

Lin, Y. S., Huang, J. H. and Gung, Y. H. 2002. Control of Pythium root rot of vegetable pea seeding in soilless cultural system. Plant pathology Bulletin. 11(4) : 221-228.

Manoranjitham, S. K., Prakasam, V. and Rajappan, K. 2001. Biological of damping off of tomato caused by *Pythium aphanidermatum*. Indian Phytopathology. 54 (1) : 59-61.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Moorman, G. W., Kang, S. and Geiser, D. M. 2002. Identification and characterization of *Pythium* species associated with greenhouse floral crops in Pennsylvania. Plant Disease. 86 (11) : 1227-1231.

Muslim, A., Horinouchi, H. and Hyakumachi, M. 2003. Control of Fusarium crown and root rot of tomato wite hypovirulent binucleate Rhizoctonia in soil and rockwool system. Plant Disease. 87 (6) : 739-747.

Noor, N. Z., Minassian, V., Banihashemi, Z. and Ghalamfarsa, R. M. 2004. Identification and pathogenicity of *Pythium* specises on sugar beet in Khuzestan Prvince. Iranian Journal of Plant Pathology. 40 (3/4) : 179-200.

Numata, K., Ogawa, T. and Tanaka, K. 1994. Effect of pyroligneous acid (Wood Vinegar) on the several soilborne diseases. Proceeding of the Kanto-Tosan Plant Protection Sosiety. 41 : 107-110.

Ohta, A. and Zhang, L. J. 1994. Acceleration of mycelial growth and fruiting body production of edible mushroom by wood vinegar fractions. Journal of the Japan wood Research Society . 40(4) : 429-433.

Ozbay, N., Newman, S. E.,Brown, W. M. and Vanachter, A. 2004. Evaluation of *Trichoderma harzianum* strains to control crown and root rot of greenhouse fresh market tomatoes. Acta Horticulturae. 635 : 79-85.

Sheraliev, A. Sh., Bukharov, K. V. and Mikologiya I Fitopatologiya. 2001. *Fusarium* species infecting agricultural and weed plants in Uzbekistan. Weeds and Noxious Plants. 35 (2) : 44-47.

Simizu, M. 1998. Occurrence of root rot of lettuce caused by Fusarium oxysporum f. sp. lactucae in Hokkaido. Annual Report of the Society of Plant Protection of North Japan. 49:51-53.

Song, W. T., Zhou, L. G., Yang, C. Z., Cao, X. D., Zhang, L.Q. and Liu, X. 2004. Tomato Fusarium wilt and its chemical control strategies in a hydroponic system. Crop Protection. 23 (3) : 243-247.

Sulaiman O., Murphy R.J. and Hashim R. 2005. The inhibition of microbial growth by bamboo vinegar. *J.Bamboo and Rattan*. 4 : 71-80.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tanina, K., Tojo, M., Date, H., Nasu, H. and Kasuyama, S. 2004. Pythium rot of chingensai (Brassica campestris L. chinensis group) caused by *Pythium ultimum* var. *ultimum* and *Pythium aphanidermatum*. Journal of General Plant Pathology. 70(3) : 188-191.

Tsuzuki, E., Wakiyama, T., Eto, H. and Handa, H. 1989. Effect of pyroligneous acid and mixture of charcoal with pyroligneous acid on the growth and yield of rice plant. Japanese Journal of Crop Science. 58(4) : 592-597.

Tsuzuki, E., Morimitsu, T. and Matsui, T. 2000. Effect of chemical compounds in pyroligneous acid on root growth in rice plant. Report of the Kyushu Branch of the Crop Science Society of Japan. 66 : 15-16.

Uehara,. T., horio, Furuno, T . and Jodai. 1993. Effect of wood vinegar on germination and radicle growth of seed plant. Journal of the Japan Wood Research Society. 39 : 1415-1420.

Utkhede, R. S., Levesque, C. A. and Dinh, D. 2000. *Pythium aphanidermatum* root rot in hydroponically grown lettuce and the effect of chemical and biological agents on its control. Canadian Journal of Plant Pathology. 22(2) : 138-144.

Van Der Plaats-Niterink A. J. 1981. Studies in Mycology *No.* 21. Centraalbureau voor Scimmelcutures. Baan. 242 หน้า

Yoshimoto,T. and Huang, S. C. 1994. Present status of wood vinegar studies in Japan for agricultural usage. Special Publication-Taichung District Agricutural Improvement Station. 35 : 811-820.

Zad, S. J. and Koshnevice, M. 2001. Damping-off in conifer seedling nurseries in Noshahr and Kelardasht. Mededelingen-Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent. 66 (2a) : 91-93.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่1 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum*

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 218.10 | 217.00 | 199.00 | 201.50 | 230.50 | 207.72 |
| 10,000 ppm | 228.10 | 239.70 | 240.90 | 250.50 | 259.10 | 243.66 |
| 20,000 ppm | 241.60 | 242.30 | 245.70 | 240.30 | 240.60 | 242.10 |
| 30,000 ppm | 246.80 | 249.20 | 244.60 | 248.40 | 243.80 | 246.56 |
| 40,000 ppm | 208.90 | 214.20 | 208.10 | 216.90 | 212.10 | 212.04 |

ตารางภาคผนวกที่2 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ความเข้มข้นต่างๆในอการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum*

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 306.50 | 316.40 | 312.00 | 311.00 | 304.40 | 310.06 |
| 10,000 ppm | 291.90 | 307.30 | 309.00 | 315.80 | 300.10 | 304.82 |
| 20,000 ppm | 282.60 | 299.90 | 289.50 | 293.90 | 290.80 | 291.34 |
| 30,000 ppm | 238.80 | 232.30 | 237.60 | 236.50 | 238.90 | 236.82 |
| 40,000 ppm | 196.60 | 199.20 | 189.80 | 198.30 | 187.90 | 194.36 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่3 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp.

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 277.70 | 321.60 | 290.70 | 279.60 | 293.80 | 292.68 |
| 10,000 ppm | 269.40 | 263.30 | 260.80 | 257.50 | 268.90 | 263.98 |
| 20,000 ppm | 259.00 | 258.00 | 261.30 | 251.20 | 263.40 | 258.58 |
| 30,000 ppm | 239.50 | 202.40 | 235.60 | 248.70 | 206.90 | 226.62 |
| 40,000 ppm | 201.60 | 264.70 | 248.90 | 265.00 | 251.80 | 246.40 |

ตารางภาคผนวกที่4 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum*

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 139.50 | 142.50 | 137.40 | 133.00 | 146.80 | 139.84 |
| 10,000 ppm | 83.60 | 24.20 | 33.10 | 108.20 | 77.20 | 65.26 |
| 20,000 ppm | 15.60 | 19.00 | 17.70 | 16.00 | 29.10 | 19.48 |
| 30,000 ppm | 32.70 | 65.20 | 53.70 | 37.90 | 46.80 | 47.26 |
| 40,000 ppm | 18.70 | 11.50 | 18.80 | 13.40 | 28.20 | 18.12 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่5 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum*

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 231.30 | 212.00 | 218.60 | 222.40 | 209.40 | 218.74 |
| 10,000 ppm | 259.60 | 224.90 | 225.90 | 231.30 | 263.20 | 240.98 |
| 20,000 ppm | 48.50 | 58.20 | 46.40 | 49.10 | 43.80 | 49.20 |
| 30,000 ppm | 80.20 | 121.40 | 60.80 | 61.60 | 62.90 | 77.38 |
| 40,000 ppm | 138.60 | 77.80 | 120.90 | 65.80 | 72.00 | 95.02 |

ตารางภาคผนวกที่6 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp.

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 392.00 | 360.20 | 350.60 | 353.50 | 361.80 | 363.62 |
| 10,000 ppm | 320.10 | 333.70 | 323.30 | 331.80 | 326.70 | 327.12 |
| 20,000 ppm | 301.60 | 316.00 | 302.50 | 281.80 | 300.60 | 300.50 |
| 30,000 ppm | 290.20 | 290.20 | 289.10 | 297.20 | 302.60 | 293.86 |
| 40,000 ppm | 276.60 | 267.30 | 270.00 | 282.40 | 295.00 | 278.26 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่7 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum*

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 256.10 | 284.70 | 298.70 | 230.70 | 243.10 | 262.66 |
| 10,000 ppm | 238.90 | 247.20 | 252.90 | 246.40 | 228.90 | 242.86 |
| 20,000 ppm | 78.90 | 94.40 | 79.30 | 223.10 | 230.20 | 141.18 |
| 30,000 ppm | 43.00 | 98.00 | 70.20 | 71.40 | 24.30 | 61.38 |
| 40,000 ppm | 25.10 | 22.00 | 24.00 | 31.10 | 28.50 | 26.14 |

ตารางภาคผนวกที่8 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum*

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 231.30 | 257.50 | 229.10 | 243.80 | 233.50 | 239.04 |
| 10,000 ppm | 235.30 | 275.20 | 275.70 | 254.20 | 256.40 | 259.36 |
| 20,000 ppm | 156.30 | 169.50 | 144.40 | 136.40 | 123.30 | 145.98 |
| 30,000 ppm | 17.90 | 19.10 | 20.50 | 17.60 | 19.20 | 18.86 |
| 40,000 ppm | 16.80 | 17.40 | 14.80 | 16.50 | 18.60 | 16.82 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่9 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp.

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 293.80 | 316.80 | 290.40 | 298.40 | 314.70 | 302.82 |
| 10,000 ppm | 268.30 | 261.60 | 280.40 | 254.20 | 255.80 | 264.06 |
| 20,000 ppm | 235.30 | 242.80 | 255.30 | 250.30 | 268.60 | 250.46 |
| 30,000 ppm | 242.10 | 227.10 | 231.00 | 230.20 | 227.60 | 231.60 |
| 40,000 ppm | 219.20 | 240.60 | 220.10 | 218.30 | 247.30 | 229.10 |

ตารางภาคผนวกที่10 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 12 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 5.50 | 5.50 | 5.00 | 5.50 | 5.50 | 5.40 |
| 10,000 ppm | 5.00 | 5.00 | 4.80 | 5.00 | 5.00 | 4.96 |
| 20,000 ppm | 4.10 | 4.10 | 4.20 | 4.20 | 4.30 | 4.18 |
| 30,000 ppm | 2.30 | 2.90 | 2.90 | 2.90 | 3.00 | 2.80 |
| 40,000 ppm | 2.00 | 2.70 | 2.20 | 2.50 | 2.50 | 2.38 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่11 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 12 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 4.70 | 4.70 | 4.70 | 4.70 | 4.70 | 4.68 |
| 10,000 ppm | 3.80 | 3.70 | 3.90 | 3.80 | 3.80 | 3.80 |
| 20,000 ppm | 2.70 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.70 | 2.76 |
| 30,000 ppm | 1.90 | 1.90 | 1.60 | 2.00 | 1.90 | 1.86 |
| 40,000 ppm | 1.50 | 1.70 | 1.60 | 1.60 | 1.60 | 1.60 |

ตารางภาคผนวกที่12 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 1 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 1.50 | 1.50 | 1.40 | 1.50 | 1.40 | 1.46 |
| 10,000 ppm | 1.30 | 1.30 | 1.30 | 1.20 | 1.40 | 1.30 |
| 20,000 ppm | 1.30 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.30 | 1.24 |
| 30,000 ppm | 1.20 | 1.10 | 1.20 | 1.10 | 1.10 | 1.14 |
| 40,000 ppm | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่13 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 24 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 8.50 | 8.00 | 7.70 | 7.70 | 7.90 | 7.96 |
| 10,000 ppm | 7.50 | 7.50 | 7.30 | 7.30 | 7.70 | 7.46 |
| 20,000 ppm | 6.00 | 6.00 | 6.50 | 6.20 | 6.40 | 6.22 |
| 30,000 ppm | 4.40 | 4.30 | 4.70 | 4.70 | 4.50 | 4.52 |
| 40,000 ppm | 3.70 | 4.00 | 3.80 | 4.00 | 4.00 | 3.90 |

ตารางภาคผนวกที่14 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 24 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.30 | 7.00 | 7.36 |
| 10,000 ppm | 5.80 | 5.50 | 6.00 | 5.60 | 5.90 | 5.76 |
| 20,000 ppm | 4.30 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.20 | 4.40 |
| 30,000 ppm | 3.40 | 3.30 | 3.20 | 3.20 | 3.10 | 3.24 |
| 40,000 ppm | 2.70 | 3.00 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.82 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่15 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 2 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 3.00 | 2.70 | 2.60 | 2.70 | 2.80 | 2.76 |
| 10,000 ppm | 2.50 | 2.50 | 2.70 | 2.50 | 2.80 | 2.60 |
| 20,000 ppm | 2.30 | 2.50 | 2.30 | 2.40 | 2.30 | 2.36 |
| 30,000 ppm | 2.00 | 2.10 | 2.10 | 1.90 | 2.10 | 2.04 |
| 40,000 ppm | 1.80 | 1.70 | 1.60 | 1.70 | 1.70 | 1.70 |

ตารางภาคผนวกที่16 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| 10,000 ppm | 8.80 | 8.60 | 8.70 | 8.80 | 8.70 | 8.72 |
| 20,000 ppm | 7.30 | 7.40 | 7.30 | 7.40 | 7.40 | 7.36 |
| 30,000 ppm | 6.20 | 6.20 | 6.10 | 6.20 | 6.10 | 6.16 |
| 40,000 ppm | 5.20 | 5.30 | 5.00 | 5.30 | 5.20 | 5.20 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่17 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| 10,000 ppm | 8.70 | 8.80 | 8.70 | 8.50 | 8.60 | 8.66 |
| 20,000 ppm | 7.10 | 7.30 | 7.00 | 7.40 | 7.20 | 7.20 |
| 30,000 ppm | 6.00 | 6.00 | 5.80 | 5.80 | 5.90 | 5.90 |
| 40,000 ppm | 5.00 | 5.30 | 5.10 | 5.00 | 5.00 | 5.08 |

ตารางภาคผนวกที่18 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 3 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 4.00 | 3.70 | 3.70 | 3.80 | 3.80 | 3.80 |
| 10,000 ppm | 3.50 | 3.60 | 3.90 | 3.50 | 3.70 | 3.64 |
| 20,000 ppm | 3.30 | 3.40 | 3.30 | 3.40 | 3.30 | 3.34 |
| 30,000 ppm | 3.00 | 3.10 | 3.10 | 3.00 | 3.10 | 3.06 |
| 40,000 ppm | 2.80 | 2.70 | 2.50 | 2.70 | 2.70 | 2.68 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่19 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 4 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 5.60 | 5.10 | 4.80 | 5.20 | 5.20 | 5.18 |
| 10,000 ppm | 4.70 | 4.70 | 4.70 | 4.70 | 5.20 | 4.80 |
| 20,000 ppm | 4.40 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.48 |
| 30,000 ppm | 4.00 | 4.10 | 4.10 | 4.00 | 4.20 | 4.08 |
| 40,000 ppm | 3.80 | 3.70 | 3.40 | 3.70 | 3.70 | 3.66 |

ตารางภาคผนวกที่20 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 5 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 7.00 | 6.60 | 6.00 | 6.50 | 6.50 | 6.52 |
| 10,000 ppm | 5.70 | 5.70 | 5.50 | 6.00 | 6.00 | 5.78 |
| 20,000 ppm | 5.50 | 5.50 | 5.60 | 5.50 | 5.50 | 5.52 |
| 30,000 ppm | 5.10 | 5.00 | 5.10 | 5.00 | 5.50 | 5.14 |
| 40,000 ppm | 4.50 | 4.60 | 4.30 | 4.40 | 4.20 | 4.40 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่21 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 6 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 8.00 | 7.60 | 7.40 | 7.70 | 7.80 | 7.70 |
| 10,000 ppm | 6.60 | 6.50 | 6.70 | 6.50 | 6.50 | 6.56 |
| 20,000 ppm | 6.30 | 6.50 | 6.00 | 6.50 | 6.00 | 6.26 |
| 30,000 ppm | 5.70 | 6.00 | 6.00 | 5.60 | 5.80 | 5.82 |
| 40,000 ppm | 5.50 | 5.20 | 5.10 | 5.50 | 5.50 | 5.36 |

ตารางภาคผนวกที่22 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 7 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 8.60 | 8.60 | 8.00 | 8.50 | 8.80 | 8.50 |
| 10,000 ppm | 7.50 | 7.50 | 8.00 | 7.50 | 7.50 | 7.60 |
| 20,000 ppm | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.60 | 7.40 | 7.50 |
| 30,000 ppm | 6.90 | 6.70 | 7.00 | 7.00 | 6.80 | 6.88 |
| 40,000 ppm | 6.20 | 6.20 | 5.70 | 6.20 | 6.10 | 6.08 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่23 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 8 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| 10,000 ppm | 8.50 | 8.00 | 8.50 | 8.00 | 8.30 | 8.26 |
| 20,000 ppm | 8.30 | 8.40 | 8.10 | 8.30 | 8.30 | 8.28 |
| 30,000 ppm | 7.50 | 7.90 | 8.00 | 7.50 | 7.50 | 7.68 |
| 40,000 ppm | 7.10 | 7.00 | 7.00 | 7.10 | 7.00 | 7.04 |

ตารางภาคผนวกที่24 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 12 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 5.90 | 5.70 | 5.50 | 5.20 | 4.90 | 5.44 |
| 10,000 ppm | 4.30 | 5.30 | 4.30 | 4.20 | 4.00 | 4.40 |
| 20,000 ppm | 4.20 | 4.50 | 3.80 | 3.70 | 3.50 | 3.94 |
| 30,000 ppm | 4.00 | 4.50 | 3.30 | 3.40 | 3.20 | 3.68 |
| 40,000 ppm | 3.00 | 2.30 | 2.30 | 2.50 | 2.20 | 2.46 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่25 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 12 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 4.70 | 4.60 | 4.60 | 4.70 | 4.50 | 4.62 |
| 10,000 ppm | 3.00 | 3.30 | 3.30 | 3.10 | 3.10 | 3.16 |
| 20,000 ppm | 2.40 | 2.30 | 2.30 | 2.30 | 2.40 | 2.34 |
| 30,000 ppm | 2.00 | 1.90 | 1.80 | 1.90 | 1.80 | 1.88 |
| 40,000 ppm | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.70 | 1.60 | 1.56 |

ตารางภาคผนวกที่26 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 1 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 1.70 | 1.60 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.56 |
| 10,000 ppm | 1.50 | 1.30 | 1.20 | 1.30 | 1.30 | 1.32 |
| 20,000 ppm | 1.40 | 1.30 | 1.10 | 1.20 | 1.10 | 1.22 |
| 30,000 ppm | 1.10 | 1.10 | 1.00 | 1.10 | 1.10 | 1.08 |
| 40,000 ppm | 1.00 | 1.10 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.02 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่27 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 24 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 8.50 | 8.00 | 8.00 | 7.80 | 8.00 | 8.06 |
| 10,000 ppm | 6.70 | 7.80 | 6.80 | 6.80 | 6.50 | 6.92 |
| 20,000 ppm | 6.60 | 7.00 | 6.00 | 6.00 | 5.50 | 6.22 |
| 30,000 ppm | 6.40 | 6.50 | 5.50 | 5.30 | 5.00 | 5.74 |
| 40,000 ppm | 5.00 | 3.00 | 4.00 | 4.30 | 4.20 | 4.10 |

ตารางภาคผนวกที่28 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 24 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 7.30 | 7.50 | 7.50 | 8.00 | 7.50 | 7.56 |
| 10,000 ppm | 5.00 | 5.30 | 5.10 | 5.00 | 5.00 | 5.08 |
| 20,000 ppm | 4.00 | 3.60 | 3.90 | 4.00 | 3.90 | 3.88 |
| 30,000 ppm | 3.50 | 3.30 | 3.00 | 3.00 | 2.50 | 3.06 |
| 40,000 ppm | 2.70 | 2.80 | 2.70 | 2.70 | 2.30 | 2.64 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่29 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 2 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 2.90 | 2.80 | 2.70 | 2.70 | 2.70 | 2.76 |
| 10,000 ppm | 2.50 | 2.40 | 2.50 | 2.40 | 2.40 | 2.44 |
| 20,000 ppm | 2.30 | 2.20 | 2.30 | 2.30 | 2.20 | 2.26 |
| 30,000 ppm | 2.20 | 2.00 | 2.10 | 2.00 | 2.00 | 2.06 |
| 40,000 ppm | 1.80 | 1.80 | 1.70 | 1.70 | 1.80 | 1.76 |

ตารางภาคผนวกที่30 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| 10,000 ppm | 8.20 | 8.30 | 8.40 | 8.30 | 8.30 | 8.30 |
| 20,000 ppm | 7.20 | 7.10 | 7.00 | 7.10 | 7.20 | 7.12 |
| 30,000 ppm | 6.60 | 6.80 | 6.00 | 6.20 | 6.20 | 6.36 |
| 40,000 ppm | 5.30 | 4.20 | 4.30 | 4.60 | 4.50 | 4.58 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่31 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| 10,000 ppm | 8.00 | 8.50 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.10 |
| 20,000 ppm | 7.00 | 6.30 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 6.86 |
| 30,000 ppm | 6.20 | 6.00 | 5.40 | 5.20 | 4.20 | 5.40 |
| 40,000 ppm | 4.80 | 5.00 | 4.90 | 5.00 | 5.00 | 4.94 |

ตารางภาคผนวกที่32 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 3 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 4.10 | 4.10 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.04 |
| 10,000 ppm | 3.70 | 3.60 | 3.70 | 3.70 | 3.50 | 3.64 |
| 20,000 ppm | 3.30 | 3.40 | 3.30 | 3.30 | 3.10 | 3.28 |
| 30,000 ppm | 3.20 | 3.00 | 3.10 | 3.00 | 3.00 | 3.06 |
| 40,000 ppm | 2.80 | 2.90 | 2.80 | 2.80 | 2.70 | 2.80 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่33 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 4 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 5.50 | 5.30 | 5.30 | 5.40 | 5.40 | 5.38 |
| 10,000 ppm | 4.80 | 4.60 | 4.80 | 4.50 | 4.70 | 4.68 |
| 20,000 ppm | 4.40 | 4.40 | 4.40 | 4.40 | 4.40 | 4.40 |
| 30,000 ppm | 4.30 | 4.30 | 4.30 | 4.30 | 4.20 | 4.28 |
| 40,000 ppm | 4.80 | 3.90 | 3.90 | 3.80 | 3.80 | 3.84 |

ตารางภาคผนวกที่34 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 5 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 6.50 | 6.50 | 6.70 | 6.50 | 6.50 | 6.54 |
| 10,000 ppm | 5.80 | 5.70 | 5.70 | 5.80 | 5.80 | 5.76 |
| 20,000 ppm | 5.40 | 5.50 | 5.40 | 5.50 | 5.50 | 5.46 |
| 30,000 ppm | 5.00 | 5.30 | 5.50 | 5.30 | 5.00 | 5.22 |
| 40,000 ppm | 4.70 | 4.50 | 4.50 | 4.60 | 4.60 | 4.58 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่35 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 6 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 8.00 | 8.00 | 7.80 | 8.00 | 7.80 | 7.92 |
| 10,000 ppm | 6.90 | 6.90 | 7.00 | 6.80 | 6.80 | 6.88 |
| 20,000 ppm | 6.60 | 6.50 | 6.60 | 6.70 | 6.50 | 6.58 |
| 30,000 ppm | 6.00 | 6.10 | 6.50 | 6.10 | 6.00 | 6.14 |
| 40,000 ppm | 5.50 | 5.60 | 5.40 | 5.50 | 5.50 | 5.50 |

ตารางภาคผนวกที่36 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 7 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 8.70 | 8.60 | 8.70 | 8.60 | 8.60 | 8.64 |
| 10,000 ppm | 7.60 | 7.60 | 8.00 | 7.60 | 7.50 | 7.66 |
| 20,000 ppm | 7.00 | 7.00 | 7.30 | 7.30 | 7.00 | 7.12 |
| 30,000 ppm | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.10 | 7.00 | 7.02 |
| 40,000 ppm | 6.40 | 6.50 | 6.40 | 6.50 | 6.50 | 6.46 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่37 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (กระถิน) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 8 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| 10,000 ppm | 8.10 | 8.10 | 8.30 | 8.00 | 8.00 | 8.10 |
| 20,000 ppm | 7.80 | 7.80 | 7.90 | 7.80 | 8.00 | 7.86 |
| 30,000 ppm | 7.50 | 7.30 | 7.40 | 7.00 | 7.40 | 7.32 |
| 40,000 ppm | 7.00 | 7.10 | 7.10 | 7.00 | 7.00 | 7.04 |

ตารางภาคผนวกที่38 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 12 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 5.20 | 4.80 | 4.80 | 5.00 | 4.80 | 4.92 |
| 10,000 ppm | 3.00 | 2.90 | 2.50 | 2.50 | 2.30 | 2.64 |
| 20,000 ppm | 1.80 | 1.30 | 1.10 | 1.50 | 1.60 | 1.46 |
| 30,000 ppm | 0.80 | 0.08 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| 40,000 ppm | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่39 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 12 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 3.60 | 3.70 | 4.00 | 3.70 | 3.60 | 3.72 |
| 10,000 ppm | 1.80 | 1.60 | 1.80 | 1.80 | 2.00 | 1.80 |
| 20,000 ppm | 1.00 | 1.00 | 1.10 | 1.20 | 1.00 | 1.06 |
| 30,000 ppm | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| 40,000 ppm | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |

ตารางภาคผนวกที่40 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 1 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 1.00 | 1.10 | 1.10 | 1.20 | 1.30 | 1.14 |
| 10,000 ppm | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.90 | 1.00 | 0.98 |
| 20,000 ppm | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| 30,000 ppm | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| 40,000 ppm | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่41 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 24 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 8.50 | 8.50 | 8.50 | 8.50 | 8.00 | 8.40 |
| 10,000 ppm | 5.60 | 5.70 | 5.30 | 5.70 | 4.80 | 5.42 |
| 20,000 ppm | 3.70 | 3.50 | 2.30 | 3.30 | 2.50 | 3.06 |
| 30,000 ppm | 1.20 | 1.80 | 1.90 | 1.50 | 1.70 | 1.62 |
| 40,000 ppm | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |

ตารางภาคผนวกที่42 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 24 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 7.50 | 7.30 | 7.20 | 7.50 | 7.00 | 7.30 |
| 10,000 ppm | 4.00 | 3.50 | 4.00 | 3.70 | 4.20 | 3.88 |
| 20,000 ppm | 1.80 | 2.10 | 2.20 | 2.50 | 2.40 | 2.20 |
| 30,000 ppm | 1.50 | 1.00 | 1.40 | 1.20 | 1.20 | 1.26 |
| 40,000 ppm | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่43 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 2 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 2.50 | 2.80 | 2.60 | 2.70 | 2.80 | 2.68 |
| 10,000 ppm | 2.00 | 2.20 | 2.30 | 2.20 | 2.30 | 2.20 |
| 20,000 ppm | 1.70 | 1.60 | 1.70 | 1.70 | 2.00 | 1.74 |
| 30,000 ppm | 1.40 | 1.40 | 1.60 | 1.30 | 1.20 | 1.38 |
| 40,000 ppm | 0.80 | 0.80 | 1.50 | 0.80 | 0.80 | 0.94 |

ตารางภาคผนวกที่44 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| 10,000 ppm | 6.20 | 6.40 | 6.00 | 6.40 | 5.50 | 6.10 |
| 20,000 ppm | 4.00 | 3.90 | 3.30 | 3.90 | 2.90 | 3.60 |
| 30,000 ppm | 2.00 | 2.30 | 2.50 | 1.70 | 2.00 | 2.10 |
| 40,000 ppm | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่45 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 36 ชั่วโมง

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| 10,000 ppm | 6.00 | 5.80 | 6.50 | 5.80 | 6.50 | 6.12 |
| 20,000 ppm | 3.00 | 3.50 | 3.50 | 4.00 | 3.80 | 3.56 |
| 30,000 ppm | 2.50 | 1.30 | 2.10 | 2.00 | 2.10 | 2.00 |
| 40,000 ppm | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |

ตารางภาคผนวกที่46 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 3 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 4.00 | 4.10 | 4.00 | 4.00 | 3.70 | 3.96 |
| 10,000 ppm | 3.40 | 3.50 | 3.50 | 3.40 | 3.40 | 3.44 |
| 20,000 ppm | 2.70 | 2.80 | 2.80 | 3.10 | 3.20 | 2.92 |
| 30,000 ppm | 2.40 | 2.40 | 2.50 | 2.50 | 2.00 | 2.36 |
| 40,000 ppm | 1.30 | 1.30 | 2.30 | 1.80 | 1.40 | 1.62 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่47 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 4 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 5.60 | 5.40 | 5.30 | 5.00 | 5.00 | 5.26 |
| 10,000 ppm | 4.70 | 4.70 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.58 |
| 20,000 ppm | 3.70 | 3.80 | 3.80 | 4.00 | 4.00 | 3.86 |
| 30,000 ppm | 3.30 | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 3.10 | 3.38 |
| 40,000 ppm | 2.70 | 2.70 | 3.20 | 2.60 | 2.60 | 2.76 |

ตารางภาคผนวกที่48 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 5 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 6.70 | 6.60 | 6.50 | 6.50 | 6.50 | 6.56 |
| 10,000 ppm | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 5.70 | 5.70 | 5.88 |
| 20,000 ppm | 4.70 | 4.80 | 4.90 | 5.20 | 5.20 | 4.96 |
| 30,000 ppm | 4.20 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.00 | 4.34 |
| 40,000 ppm | 3.50 | 3.50 | 4.00 | 3.50 | 2.80 | 3.46 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่49 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 6 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 8.00 | 8.00 | 7.70 | 7.70 | 7.50 | 7.78 |
| 10,000 ppm | 7.00 | 7.20 | 7.20 | 7.00 | 7.00 | 7.08 |
| 20,000 ppm | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.20 | 6.50 | 6.14 |
| 30,000 ppm | 5.20 | 5.20 | 5.50 | 5.20 | 5.20 | 5.26 |
| 40,000 ppm | 4.50 | 4.70 | 5.00 | 4.60 | 3.20 | 4.40 |

ตารางภาคผนวกที่50 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 7 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 8.50 | 8.50 | 8.50 | 8.50 | 8.40 | 8.48 |
| 10,000 ppm | 8.10 | 8.00 | 8.40 | 8.00 | 8.20 | 8.14 |
| 20,000 ppm | 7.00 | 6.80 | 7.00 | 7.30 | 7.50 | 7.12 |
| 30,000 ppm | 6.20 | 6.20 | 6.50 | 6.50 | 5.90 | 6.26 |
| 40,000 ppm | 5.50 | 5.50 | 6.00 | 5.50 | 4.50 | 5.40 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่51 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งขนาดโคโลนีของน้ำส้มควันไม้ (ไผ่) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. บนอาหารแข็ง PDA ที่เวลา 8 วัน

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| 10,000 ppm | 8.50 | 8.50 | 8.50 | 8.50 | 8.50 | 8.50 |
| 20,000 ppm | 7.40 | 7.30 | 7.50 | 7.70 | 7.90 | 7.56 |
| 30,000 ppm | 7.00 | 7.00 | 7.20 | 7.40 | 6.20 | 6.96 |
| 40,000 ppm | 6.00 | 6.00 | 6.50 | 6.00 | 5.20 | 5.94 |

ตารางภาคผนวกที่52 แสดงประสิทธิภาพของสารที่ใช้ทดสอบในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* โดยวิธี Paper dish assay

| สารทดสอบ | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ยูคาลิปตัส | 2.00 | 2.50 | 3.00 | 4.00 | 2.00 | 2.70 |
| กระถิน | 2.50 | 2.00 | 2.50 | 3.50 | 2.50 | 2.60 |
| ไผ่ | 2.50 | 3.00 | 2.50 | 3.00 | 1.00 | 2.40 |
| น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| กรดอะซิติก | 0.50 | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 2.00 | 1.20 |
| เมทาแลคซิล | 15.00 | 12.50 | 7.50 | 10.00 | 10.00 | 11.00 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่53 แสดงประสิทธิภาพของสารที่ใช้ทดสอบในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* โดยวิธี Paper dish assay

| สารทดสอบ | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ยูคาลิปตัส | 2.00 | 1.50 | 2.00 | 2.00 | 2.50 | 2.00 |
| กระถิน | 1.50 | 3.50 | 2.50 | 2.00 | 1.50 | 2.20 |
| ไผ่ | 2.00 | 2.50 | 2.00 | 3.50 | 3.00 | 2.60 |
| น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| กรดอะซิติก | 3.50 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 1.70 |
| เมทาแลคซิล | 10.00 | 9.00 | 10.00 | 11.00 | 11.50 | 10.30 |

ตารางภาคผนวกที่54 แสดงประสิทธิภาพของสารที่ใช้ทดสอบในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Fusarium*sp. โดยวิธี Paper dish assay

| สารทดสอบ | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ยูคาลิปตัส | 2.50 | 2.00 | 2.00 | 2.50 | 2.00 | 2.20 |
| กระถิน | 3.00 | 2.00 | 3.50 | 3.00 | 2.50 | 2.80 |
| ไผ่ | 3.50 | 1.00 | 4.00 | 3.00 | 3.00 | 2.90 |
| น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| กรดอะซิติก | 1.50 | 1.00 | 1.50 | 1.00 | 1.50 | 1.30 |
| เมทาแลคซิล | 1.00 | 3.00 | 2.50 | 3.00 | 3.00 | 2.50 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่55 แสดงประสิทธิภาพของสารทดสอบในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ (zoospore) ของเชื้อ *P. aphanidermatum*

| สารทดสอบ | R1 | R2 | R3 | Average |
|---|---|---|---|---|
| ยูคาลิปตัส pH 5.5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| กระถิน pH 5.5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| ไผ่ pH 5.5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ Ph 5.5 | 7.00 | 8.00 | 6.00 | 7.00 |
| น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ | 9.00 | 10.00 | 9.00 | 9.33 |

ตารางภาคผนวกที่56 แสดงประสิทธิภาพของสารทดสอบในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ (zoospore) ของเชื้อ *P. myriotylum*

| สารทดสอบ | R1 | R2 | R3 | Average |
|---|---|---|---|---|
| ยูคาลิปตัส pH 5.5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| กระถิน pH 5.5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| ไผ่ pH 5.5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ Ph 5.5 | 6.00 | 7.00 | 6.00 | 6.33 |
| น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ | 8.00 | 9.00 | 9.00 | 8.66 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่57 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ (ยูคาลิปตัส) ที่ความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ (micro-conidia) ของเชื้อ *Fusarium* sp.

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 780.00 | 790.00 | 808.00 | 910.00 | 805.00 | 818.60 |
| 10,000 ppm | 850.00 | 1150.00 | 812.00 | 1065.00 | 1065.00 | 988.40 |
| 20,000 ppm | 1095.00 | 1061.00 | 1194.00 | 999.00 | 1174.00 | 1104.60 |
| 30,000 ppm | 1238.00 | 1186.00 | 1175.00 | 1192.00 | 1220.00 | 1202.20 |
| 40,000 ppm | 1418.00 | 1510.00 | 1125.00 | 1412.00 | 1342.00 | 1361.40 |

ตารางภาคผนวกที่58 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้(ยูคาลิปตัส)ที่ความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ (macro-conidia) ของเชื้อ *Fusarium* sp.

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 7.00 | 6.00 | 10.00 | 9.00 | 11.00 | 8.60 |
| 10,000 ppm | 15.00 | 20.00 | 17.00 | 13.00 | 12.00 | 15.40 |
| 20,000 ppm | 24.00 | 22.00 | 18.00 | 25.00 | 29.00 | 23.60 |
| 30,000 ppm | 32.00 | 31.00 | 32.00 | 33.00 | 27.00 | 31.00 |
| 40,000 ppm | 42.00 | 42.00 | 41.00 | 41.00 | 45.00 | 42.20 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่59 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้(กระถิน)ที่ความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ (micro-conidia) ของเชื้อ *Fusarium* sp.

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 757.00 | 742.00 | 795.00 | 737.00 | 820.00 | 770.80 |
| 10,000 ppm | 802.00 | 1015.00 | 936.00 | 992.00 | 1011.00 | 951.20 |
| 20,000 ppm | 1306.00 | 1235.00 | 1172.00 | 1063.00 | 1185.00 | 1192.20 |
| 30,000 ppm | 1345.00 | 1285.00 | 1367.00 | 1309.00 | 1241.00 | 1309.40 |
| 40,000 ppm | 1410.00 | 1367.00 | 1352.00 | 1366.00 | 1352.00 | 1369.40 |

ตารางภาคผนวกที่60 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้(กระถิน)ที่ความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ (macro-conidia) ของเชื้อ *Fusarium* sp.

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 6.00 | 7.00 | 6.00 | 7.00 | 8.00 | 6.80 |
| 10,000 ppm | 15.00 | 13.00 | 17.00 | 18.00 | 18.00 | 16.20 |
| 20,000 ppm | 22.00 | 22.00 | 26.00 | 24.00 | 23.00 | 23.40 |
| 30,000 ppm | 35.00 | 32.00 | 31.00 | 31.00 | 34.00 | 32.60 |
| 40,000 ppm | 42.00 | 41.00 | 43.00 | 45.00 | 43.00 | 42.80 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่61 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้(ไผ่)ที่ความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ (micro-conidia) ของเชื้อ *Fusarium* sp.

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 1163.00 | 1046.00 | 1086.00 | 1152.00 | 1062.00 | 1101.80 |
| 10,000 ppm | 1003.00 | 896.00 | 984.00 | 921.00 | 942.00 | 949.20 |
| 20,000 ppm | 751.00 | 621.00 | 1189.00 | 725.00 | 769.00 | 811.00 |
| 30,000 ppm | 573.00 | 494.00 | 651.00 | 476.00 | 496.00 | 538.00 |
| 40,000 ppm | 444.00 | 473.00 | 518.00 | 454.00 | 496.00 | 477.00 |

ตารางภาคผนวกที่62 แสดงประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้(ไผ่)ที่ความเข้มข้นในการยับยั้งการสร้างส่วนขยายพันธุ์ (macro-conidia) ของเชื้อ *Fusarium* sp.

| ระดับความเข้มข้น | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 ppm | 29.00 | 25.00 | 28.00 | 26.00 | 28.00 | 27.20 |
| 10,000 ppm | 18.00 | 21.00 | 19.00 | 22.00 | 19.00 | 19.80 |
| 20,000 ppm | 13.00 | 11.00 | 18.00 | 17.00 | 15.00 | 14.80 |
| 30,000 ppm | 11.00 | 10.00 | 10.00 | 9.00 | 13.00 | 10.60 |
| 40,000 ppm | 5.00 | 9.00 | 8.00 | 5.00 | 9.00 | 7.20 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้