



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การใช้น้ำส้มควันไม้คลุกเมล็ดและราดดินควบคุมเชื้อ *Sclerotium rolfsii* Sacc.

สาเหตุโรครากเน่าของมะเขือเทศ

The application of wood vinegar for controlling *Sclerotium rolfsii* Sacc.

causing damping – off disease in Tomato



รวิวรรณ เต็มขั้นณณี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2558



รายงานวิจัย

การใช้น้ำส้มควันไม้คลุกเมล็ดและราดดินควบคุมเชื้อ *Sclerotium rolfsii* Sacc.

สาเหตุโรคกล้าเน่าของมะเขือเทศ

The application of wood vinegar for controlling *Sclerotium rolfsii* Sacc.
causing damping – off disease in Tomato

โดย

รวิวรรณ

เดื่องขันมณี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2558

คำนำ

รายงานฉบับนี้เป็นผลการวิจัยการใช้ น้ำส้มควันไม้จากไม้ 4 ชนิด ได้แก่ กะลามะพร้าว ไม้ไผ่ ไม้ยูคาลิปตัส และไม้สะเดา เพื่อใช้ในการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sacc. เชื้อราสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของมะเขือเทศ โดยทำการศึกษาในปีแรก 3 การทดลอง คือ ศึกษากระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้ ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา และศึกษาประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการงอกของเมล็ดเคลอโรเทียม สาเหตุโรคกล้าเน่าโคนเน่าในระยะต้นกล้า หรือโรคเน่าคอดิน เป็นโรคที่มีความสำคัญมากในการปลูกมะเขือเทศของเกษตรกร งานวิจัยจึงมุ่งเน้นในการใช้น้ำส้มควันไม้ในการควบคุมโรค ผลงานวิจัยนี้จะมีประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ และสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการใช้สารสกัดธรรมชาติจากไม้ ควบคุมโรคกล้าเน่าโคนเน่าของมะเขือเทศในระยะต้นกล้า เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีต่อไปในอนาคต

รองศาสตราจารย์ ดร. รวีวรรณ เต็มขันธ์มณี

หัวหน้าโครงการวิจัย

สิงหาคม 2559

คำนำ

รายงานฉบับนี้เป็นผลการวิจัยการใช้น้ำส้มควันไม้จากไม้ 4 ชนิด ได้แก่ กะลามะพร้าว ไม้ไผ่ ไม้ยูคาลิปตัส และไม้สะเดา เพื่อใช้ในการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sacc. เชื้อราสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของมะเขือเทศ โดยทำการศึกษาและวิเคราะห์ทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่ ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการงอกของเมล็ดสเคลอโรเทียม วิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำส้มควันไม้ชนิดต่าง ๆ โดยใช้ Gas Chromatography Mass Spectrometer ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ โดยวิธีจุ่มแช่เมล็ดในการป้องกันกำจัดโรคกล้าเน่าโคนเน่าในเรือนทดลอง และศึกษาประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ในการราดดิน เพื่อป้องกันกำจัดโรคกล้าเน่าโคนเน่าในเรือนทดลอง โรคกล้าเน่าโคนเน่าในระยะต้นกล้า หรือโรคเน่าคอดิน เป็นโรคที่มีความสำคัญมากในการปลูกมะเขือเทศของเกษตรกร งานวิจัยจึงมุ่งเน้นในการใช้น้ำส้มควันไม้ในการควบคุมโรค ผลงานวิจัยนี้น่าจะมีประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ และสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการใช้สารสกัดธรรมชาติจากไม้ ควบคุมโรคกล้าเน่าโคนเน่าของมะเขือเทศในระยะต้นกล้า เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีต่อไปในอนาคต

รศ.ดร.รวีวรรณ เต็มชั้นมณี
หัวหน้าโครงการวิจัย

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
บทคัดย่อ	1
บทนำ	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	23
ผลและวิจารณ์	28
สรุป	39
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก	46

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลของน้ำส้มควันไม้ 4 ชนิด ที่ระดับเข้มข้น 6 ระดับ ต่อความยาวเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเชื้อรา <i>Sclerotium rolfsii</i> ภายหลังการเปียกเชื้อ 3 วัน	33
2	ผลของน้ำส้มควันไม้ 4 ชนิด ที่ระดับเข้มข้น 6 ระดับ ต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา <i>Sclerotium rolfsii</i> ภายหลังการเปียกเชื้อ 3 วัน	33
3	ผลของน้ำส้มควันไม้ 4 ชนิด ที่ระดับเข้มข้น 6 ระดับ ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดสเคลอโรเทียม ภายหลังการเปียกเชื้อ 3 วัน	36
ตาราง		
ผนวกที่		
1	วิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเชื้อรา <i>Sclerotium rolfsii</i> (เซนติเมตร) ภายหลังการเปียกเชื้อ 3 วัน	47
2	วิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา <i>Sclerotium rolfsii</i> ภายหลังการเปียกเชื้อ 3 วัน	47
3	วิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอกของเมล็ดสเคลอโรเทียม	48

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะเส้นใยและเม็ดสเคลอโรเตียของเชื้อรา <i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc.	33
2	ลักษณะน้ำส้มควันไม้	17
3	ต้นยูคาลิปตัส	18
4	ต้นสะเดา	19
5	ต้นไผ่	20
6	กะลามะพร้าว	20
7	เตาเผาถ่านแบบถัง 200 ลิตร	24
8	กรองน้ำส้มควันไม้ด้วยกระดาดกรอง	24
9	น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเผาถ่าน 4 ชนิด (กะลามะพร้าว ไผ่ไผ่ ยูคาลิปตัส และสะเดา)	25
10	เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ (PDA)	25
11	ลักษณะเชื้อ <i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc. บนอาหารวุ้น PDA	26
12	ลักษณะเชื้อ <i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc. ส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (400 เท่า)	26
13	ส่วนประกอบของเตาเผาถ่าน	28
14	การบรรจุและเรียงไม้ที่ต้องการเผาในเตา	29
15	การจุดไฟหน้าเตา	29
16	ลักษณะควันในช่วงการไล่ความชื้น	29
17	การหรีหน้าเตาให้เหลือ 1 ใน 4 และการเก็บน้ำส้มควันไม้	30
18	การเปิดหน้าเตาขึ้น 50% เพื่อให้ถ่านบริสุทธิ์	30
19	การปิดเตา	31
20	การเปิดเตาและการเก็บถ่าน	31
21	ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา <i>Sclerotium rolfsii</i> ของน้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าวที่ 6 ระดับความเข้มข้น	34
22	ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา <i>Sclerotium rolfsii</i> ของน้ำส้มควันไม้จากไผ่ที่ 6 ระดับความเข้มข้น	34

ภาพที่ (ต่อ)		หน้า
23	ประสิทธิภาพภาพการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา <i>Sclerotium rolfsii</i> ของน้ำส้มควันไม้จากยูคาลิปตัสที่ 6 ระดับความเข้มข้น	35
24	ประสิทธิภาพภาพการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา <i>Sclerotium rolfsii</i> ของน้ำส้มควันไม้จากสะเดาที่ 6 ระดับความเข้มข้น	35
25	ประสิทธิภาพการยับยั้งการงอกเมล็ดสเคลอโรเทียมเชื้อรา <i>Sclerotium rolfsii</i> ของน้ำส้มควันไม้จากกะลามาพร้าวที่ 6 ระดับความเข้มข้น	37
26	ประสิทธิภาพการยับยั้งการงอกเมล็ดสเคลอโรเทียมเชื้อรา <i>Sclerotium rolfsii</i> ของน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ที่ 6 ระดับความเข้มข้น	37
27	ประสิทธิภาพการยับยั้งการงอกเมล็ดสเคลอโรเทียมเชื้อรา <i>Sclerotium rolfsii</i> ของน้ำส้มควันไม้จากยูคาลิปตัสที่ 6 ระดับความเข้มข้น	38
28	ประสิทธิภาพการยับยั้งการงอกเมล็ดสเคลอโรเทียมเชื้อรา <i>Sclerotium rolfsii</i> ของน้ำส้มควันไม้จากสะเดาที่ 6 ระดับความเข้มข้น	38
ภาพผนวกที่		
1	ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเชื้อรา <i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc.	48
2	เปอร์เซ็นต์ (%) การยับยั้งการเจริญเส้นใยเชื้อรา <i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc.	49
3	เปอร์เซ็นต์ (%) การงอกเมล็ดสเคลอโรเทียมงอก	49

การใช้น้ำส้มควันไม้คลุกเมล็ดและราดดินควบคุมเชื้อ *Sclerotium rolfsii* Sacc.

สาเหตุโรคกล้าเน่าของมะเขือเทศ

The application of wood vinegar for controlling *Sclerotium rolfsii* Sacc.
causing damping – off disease in Tomato

รวิวรรณ เต็มขันธ์

บทคัดย่อ

การใช้น้ำส้มควันไม้คลุกเมล็ดและราดดินควบคุมเชื้อ *Sclerotium rolfsii* Sacc. สาเหตุโรคกล้าเน่าของมะเขือเทศ การทดลองในปีที่ 1 คือ 1. ศึกษากระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้ 2. ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* 3. ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการงอกของเมล็ดสเคลอโรเทียม วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (complete randomized design : CRD) มีทั้งหมด 24 สิ่งทดลองละ 4 ซ้ำ เก็บข้อมูล โดยวัดการเจริญของเชื้อรา วัดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี และตรวจนับความงอกของเมล็ดสเคลอโรเทียม นำมาคำนวณค่าร้อยละของการยับยั้งการเจริญของเส้นใย และการงอกของเมล็ดสเคลอโรเทียม การศึกษาใช้น้ำส้มควันไม้จากไม้ 4 ชนิด ได้แก่ กะลามะพร้าว ไม้ไผ่ ไม้ยูคาลิปตัส และไม้สะเดา ที่ 6 ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 0, 3000, 5000, 10000, 15000 และ 20000 ppm พบว่า การใช้น้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าวมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ดีที่สุด คือที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 5000 ppm ขึ้นไปสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อได้ 100 เปอร์เซ็นต์ เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ย 0.00 เซนติเมตร ส่วนเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดสเคลอโรเทียม ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 3000 ppm ขึ้นไปสามารถยับยั้ง 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ น้ำส้มควันไม้ยูคาลิปตัสที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 20000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดสเคลอโรเทียม ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 5000 ppm ขึ้นไปสามารถยับยั้ง ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่และไม้สะเดา มีแนวโน้มว่าเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นก็สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อได้ ส่วนความเข้มข้น 15000 ppm ขึ้นไปสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดสเคลอโรเทียมได้ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

บทนำ

ในปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่าได้มีการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดโรคพืชอย่างแพร่หลาย ผลกระทบในการใช้สารเคมีได้ก่อให้เกิดปัญหาที่รุนแรงตามมา ได้แก่ ความเป็นพิษต่อมนุษย์ การทำลายระบบนิเวศ การชักนำให้เกิดศัตรูพืชชนิดใหม่ และการที่เชื้อดื้อยามากยิ่งขึ้น (Fry, 1982) ผู้วิจัยจึงพยายามหาแนวทางที่จะลดการใช้สารเคมี โดยการหาสารจากธรรมชาติเข้ามาทดแทนการใช้สารเคมี อันเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการควบคุมโรคพืช นั่นคือ การใช้น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) การผลิตน้ำส้มควันไม้ในการวิจัยครั้งนี้ได้จากการเผาถ่านไม้ 4 ชนิด คือ กะลามะพร้าว ไม้ไผ่ ไม้ยูคาลิปตัส และไม้สะเดา เพื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *Sclerotium rolfsii* และการยับยั้งการงอกของเมล็ด sclerotium ของเชื้อ *Sclerotium rolfsii* ซึ่งเป็นสาเหตุโรคกล้าเน่าของมะเขือเทศ และสาเหตุโรคพืชอื่นกว่า 50 ชนิด ทั้งไม้ดอก ไม้ประดับ ไม้ผล และพืชไร่ ฯลฯ เพื่อสนับสนุนให้เกษตรกรหันมาใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากธรรมชาติมากขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้
2. เพื่อศึกษาชนิดและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการยับยั้งการเจริญของเส้นใย *Sclerotium rolfsii*
3. เพื่อศึกษาชนิดและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการยับยั้งการงอกของเมล็ด sclerotium ของเชื้อ *Sclerotium rolfsii*

การตรวจเอกสาร

มะเขือเทศ

ชื่อสามัญ Tomato

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Solanum lycopersicum* L.

มะเขือเทศมีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้ แถบประเทศ และได้รับความนิยมปลูกเพื่อบริโภค ตั้งแต่ศตวรรษที่ 16 ในศตวรรษที่ 18 ได้รับการเผยแพร่และพัฒนาพันธุ์ในทวีปยุโรปและอเมริกาเหนือ (จานุลักษณะ, 2541) ปัจจุบันมะเขือเทศเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เพราะมีผู้นิยมปลูกและรับประทานกันอย่างแพร่หลาย ชนิดมะเขือเทศที่ปลูกในประเทศไทยแบ่งตามการใช้ประโยชน์ได้ 2 ประเภท คือ มะเขือเทศส่งโรงงานอุตสาหกรรม (Processing type) และมะเขือเทศบริโภคผลสด (table type) (เมฆ, 2548) สำหรับมะเขือเทศที่ส่งโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศมีพื้นที่ปลูก 27,000 ไร่ มีผลผลิตรวม 108,000 ตัน หรือมีผลผลิตเฉลี่ย 4 ตันต่อไร่ มีพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนมะเขือเทศบริโภคผลสดมีพื้นที่ปลูก 28,000 ไร่ มีผลผลิตรวม 58,000 ตัน หรือมีผลผลิตเฉลี่ย 2 ตันต่อไร่ โดยมีพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2552)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะเขือเทศเป็นพืชผสมตัวเองตามธรรมชาติและมีการผสมข้าม 2-5 เปอร์เซ็นต์ (จานุลักษณะ, 2541)

ราก มีระบบรากแก้ว และมีรากแขนงเจริญไปตามแนวนอน ระบบรากไปได้ไกลถึง 2 ฟุต และรากฝังลึกลงไปดินได้ถึง 4 ฟุต (เมฆ, 2548)

ลำต้น ตั้งตรง มีลักษณะเป็นพุ่ม มีขนอ่อนๆ ปกคลุมลำต้น

ใบ เป็นใบประกอบแบบสลับ ใบย่อยมีขนาดไม่เท่ากัน บางใบเล็กเรียวยาว บางใบกลมใหญ่ ปลายใบแหลม ขอบใบเป็นหยักลึกคล้ายฟันเลื่อยมีขนอ่อนคลุม

ดอก เป็นช่อหรือดอกเดี่ยว บริเวณซอกใบ ดอกมีสีเหลือง มีกลีบเลี้ยงสีเขียว

ผล เป็นผลเดี่ยว มีขนาดรูปร่างและสีต่างกัน รูปร่างมีทั้งกลม หรือกลมรี

เปลือกผล บางเป็นมัน ผลดิบมีสีเขียว หรือเขียวอมเทา เมื่อสุกจะมีสีเหลือง สีส้ม หรือสีแดง เนื้อภายในฉ่ำด้วยน้ำมีรสอมเปรี้ยว มีเมล็ดจำนวนมาก (สุชาติพ, 2552)

เมล็ด มีลักษณะรูปเป็นไข่แบนเปลือกหุ้มเมล็ดมีขนเล็กๆ ปกคลุมอยู่ (เมฆ, 2548)

ลักษณะการเจริญเติบโตของมะเขือเทศมี 3 ลักษณะ คือ

1) **แบบเลื้อย (indeterminate type)** มะเขือเทศประเภทนี้หากได้รับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะสามารถเจริญเติบโตต่อเนื่องไปได้เรื่อยๆ ไม่สิ้นสุด เริ่มมีช่อดอกแก่ประมาณข้อที่ 11 และช่อดอกต่อไปจะเกิดทุก 3 ข้อ และข้อที่ต่ำกว่าช่อดอกทุกข้อลงมาจะมีแขนงเกิดขึ้นทำให้เจริญเติบโตได้ไม่สิ้นสุด ซึ่งเมล็ดพันธุ์มะเขือส่วนใหญ่เป็นมะเขือที่ใช้รับประทานผลสด ทั้งพันธุ์ผลใหญ่และมะเขือเทศเชอรี่ซึ่งมีขนาดผลเล็ก

2) **แบบพุ่ม (determinate type)** มะเขือเทศนี้จะมีลักษณะช่อดอกเกิดระหว่างข้อเกือบทุกข้อบนลำต้นหลักและกิ่งแขนง ที่ข้อทุกข้อต่ำกว่าช่อดอกแรกลงมาจะมีแขนงเกิดขึ้น และเกิดในเวลาไล่เลี่ยกัน แต่ละแขนงมีช่อดอก 3-7 ข้อ และเมื่อช่อดอกเกิดที่ปลายสุดของลำต้นหรือกิ่งแขนงแล้วแขนงจะหยุดการเจริญเติบโต ส่วนการที่ช่อดอกส่วนใหญ่เกิดขึ้นในเวลาไม่ต่างกันมากนักทำให้ผลสุกแก่เกือบพร้อมกันทั้งต้น มะเขือเทศประเภทนี้เหมาะที่จะใช้เป็นมะเขือเทศส่งโรงงานอุตสาหกรรม เพราะเก็บเกี่ยวได้ไม่เกิน 2-3 ครั้งเท่านั้น

3) **แบบกึ่งเลื้อย (semi-determinate type)** มะเขือเทศประเภทนี้ในช่วงแรกจะเจริญเติบโตคล้ายมะเขือเทศแบบพุ่ม แต่มักมีแขนงย่อยเกิดใต้ช่อดอกบนกิ่งแขนงไปได้เรื่อยๆ หรือเมื่อติดผลจำนวนพอสมควรอาจหยุดการเจริญเติบโตชั่วคราวหนึ่ง แต่เมื่อผลแก่ถูกเก็บเกี่ยวไปบ้างแล้วก็จะมีการงอกใหม่เจริญเติบโตต่อไปอีกได้

พันธุ์มะเขือเทศ

พันธุ์มะเขือเทศที่มีการปลูกกันในประเทศไทยส่วนใหญ่ที่นำเข้าจากต่างประเทศเกือบทั้งสิ้น แต่ละพันธุ์มีลักษณะแตกต่างกันออกไป ทั้งขนาด รูปร่าง และสีผล รวมทั้งความต้องการการใช้ประโยชน์ก็ต่างกันด้วย สำหรับมะเขือเทศที่กำลังได้รับความนิยมในการปลูกมีอยู่หลายพันธุ์ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิดดังนี้

1. พันธุ์รับประทานผลสด แบ่งตามขนาดและการใช้ประโยชน์ ดังนี้

1.1 พันธุ์ผลโต นิยมใช้ทำสลัดและประดับจานอาหาร เช่น พันธุ์ฟลอราเดล และ มาสเตอร์เบอร์ 3 โดยมีลักษณะทรงกลมแบบแอปเปิ้ล ผลมีสีเขียว มีไหลเขียว เมื่อสุกผลสีแดงจัด มีจำนวนช่องในผลมาก ไม่กลวง รสดี เนื้อหนาแข็ง และเปลือกไม่เหนียว

1.2 พันธุ์ผลเล็ก นิยมใช้ประกอบอาหารพื้นบ้าน เช่น ส้มตำ ได้แก่ พันธุ์สีดา ลักษณะของผลเป็นผลเล็ก สีชมพู มีรสเปรี้ยว

2. พันธุ์สำหรับส่งโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งใช้ในการแปรรูปในแบบต่างๆ เช่น น้ำมะเขือเทศเข้มข้น น้ำมะเขือเทศ มะเขือเทศปอกผิว มะเขือเทศแช่อิ่ม และซอสมะเขือเทศ เป็นต้น ได้แก่พันธุ์ วีเอฟ 134-1-2 พี 502 และ พี 600 ฯลฯ มีลักษณะเป็นพันธุ์ที่สุกพร้อมกันเป็นส่วนใหญ่ ขั้วผลควรหลุดจากผลได้ง่ายเมื่อปลิดผล ผลสุกมีสีแดงจัดตลอดทั้งผล ใ้กลกลางของผลเส้นเล็กและไม่แข็งแรง เนื้อมาก น้ำน้อย มีปริมาณกรดสูง ผลแน่นแข็งเปลือกหนาและเหนียวสามารถส่งได้ในระยะทางไกลๆ และเก็บไว้ได้นานโดยไม่เน่าเสีย (กรุง, 2537)

การปลูกมะเขือเทศ

1. สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการปลูก

- **ดิน** มะเขือเทศเจริญเติบโตได้ดีทั้งในดินร่วนเหนียวและดินร่วนทราย ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เหมาะสมประมาณ 5.5-7.0 และเป็นดินที่ระบายน้ำได้ดี มะเขือเทศไม่ชอบพื้นที่ที่มีน้ำขังแฉะ ถ้ามีฝนตกติดต่อกันจะต้องเร่งระบายน้ำออกจากแปลงโดยเร็ว นอกจากนี้ควรเป็นแหล่งที่ไม่เคยปลูกมะเขือเทศมาก่อนในระยะ 1-2 ปีที่ผ่านมา เพราะจะมีโรคและแมลงสะสม
- **อุณหภูมิอากาศ** มะเขือเทศชอบอากาศเย็นจึงจะมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูง โดยอุณหภูมิตอนกลางวันจะอยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส ตอนกลางคืนอยู่ระหว่าง 16-20 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิดังกล่าวจะพบในฤดูหนาวของไทยในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กรุง, 2543)
- **น้ำ** แหล่งมีความสำคัญอย่างมากในการปลูกมะเขือเทศ ซึ่งมะเขือเทศต้องการน้ำมากเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และให้ผลผลิต การปลูกมะเขือเทศจึงจะต้องมีแหล่งที่เพียงพอตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต
- **แสง** เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชต้องการแสงเพื่อเป็นพลังงานในการสังเคราะห์อาหารจากแร่ธาตุและน้ำที่ดูดขึ้นมาจากดิน ให้เป็นอาหารที่พืชนำไปเสริมสร้างส่วนต่างๆ นอกจากนี้แสงยังมีอิทธิพลต่อการงอกของเมล็ด การออกดอก (เมฆ, 2548)

2. วงจรชีวิตของมะเขือเทศ

เมล็ดงอก	4-6	วันหลังหยอด
อายุเริ่มมีดอกบาน	30-35	วันหลังหยอด
ช่วงอายุจากดอกบานจนสิ้นสุด	30-40	วันหลังหยอด

ช่วงเก็บเกี่ยว

75-120 วันหลังหยอด

หลังดอกบาน 35-40 วัน ผลจะสุกแก่และเริ่มเปลี่ยนเป็นสีชมพู ในสภาพที่อากาศเย็น ช่วงอายุต่างๆ จะยาวนานออกไปกว่าปกติเล็กน้อย (กรุง, 2537)

ในการผลิตมะเขือเทศมักพบการเข้าทำลายบริเวณโคนต้นทำให้ต้นเหี่ยว โคนต้นเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เชื้อโรคเข้าทำลายต้นพืชได้โดยตรง หรือผ่านทางรูเปิดธรรมชาติหรือแผล เชื้อ *S. rolfsii* ก่อให้เกิดความเสียหายต่อมะเขือเทศทั้งในระยะต้นกล้าและระยะต้นโตกำลังให้ผลผลิต แนวทางการป้องกันกำจัดได้แก่การเกษตรกรรม การปลูกพืชหมุนเวียน ไร่แถวโพด ขาวฟาง หญ้า วิธีนี้ได้ผลน้อยเนื่องจากเชื้อมะเขือเทศมีพืชอาศัยมาก นอกจากนี้การไถพรวนดินลึกๆ การเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน การใช้สารคาร์บอกซิน เช่น สารพีซีเอ็นบี (PCNB) คาร์บอกซินผสมไธแรม (carboxin+thiram) คลอโรเน็บ (chloroneb) ผสมน้ำราดดินบริเวณโคนต้นในพืชที่โตแล้วสามารถใช้เป็นแนวทางในการป้องกันกำจัดเชื้อราดังกล่าวได้ (กองโรคพืชและจุลชีววิทยา, 2535)

โรคกล้าเน่า หรือโรคราเม็ดผักกาดของมะเขือเทศ

เชื้อราสาเหตุ *Sclerotium rolfsii* Sacc.

Kingdom Fungi

Division Eumycota

Class Deuteromycetes

Order Mycelia Sterilia

Family Agonomycetaceae

Genus Sclerotium

Species *rolfsii*



ภาพที่ 1 ลักษณะเส้นใยและเม็ดสเคลอโรเดียของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sacc.

เชื้อ *Sclerotium rolfsii* Sacc. มี perfect stage คือ *Athelia rolfsii* อยู่ใน class Basidiomycetes ซึ่งพบค่อนข้างยาก เชื้อนี้เป็นเชื้อราที่มีผนังกันตามขวาง ผนังเซลล์บางไม่มีสี เส้นใยแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ตามชนิดที่เจริญอยู่บนอาหาร คือ เส้นใยใหญ่มีขนาด $2-9 \times 150-250$ ไมครอน มี clamp connection 2 อันอยู่ตรงข้ามกันข้างละอัน เชื่อมระหว่างเซลล์ที่มี septate ติดกัน ส่วนใหญ่เจริญบนผิวอาหาร อีกแบบหนึ่งเป็นเส้นใยขนาดเล็กกว่า มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 ไมครอน เจริญอยู่ในผิวอาหารเพื่อดูดซึมอาหาร (Aycock, 1966) ต่อมา Icochea (1966) ได้แบ่งเส้นใยออกเป็น 3 ชนิด คือ leading hyphae (main hyphae) immersed hyphae (secondary branch) และ tertiary branch เส้นใยของรานี้มักมาเรียงขนานและรวมตัวกันเป็นกลุ่ม (hyphal strand) แต่ละกลุ่มมีเส้นใย 3-12 เส้น เส้นใยจะสานทับ เกิด septate ขึ้นถี่ๆ มีการแตกแขนงสั้นๆ สานกันเป็นร่างแห และพัฒนาเป็นเม็ด sclerotium เล็กๆ สีขาว แล้วค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อเจริญเต็มที่ มีขนาด 0.5 - 1.5 มิลลิเมตร ส่วนจำนวน ขนาด และรูปร่างของ sclerotium ขึ้นกับอาหาร สภาพแวดล้อม และ biotypes ของเชื้อ (Aycock, 1966)

Brown *et al.*, (1970) พบว่า เม็ดสเคลอโรเทียมมีองค์ประกอบ 4 ชั้น คือ cuticle, rind, cortex และ medulla โดยเซลล์ใน 2 ชั้นแรกจะมีผนังหนา แต่เซลล์ชั้นใน cortex และ medulla จะมีผนังที่บางและยังมีชีวิตอยู่ สามารถเจริญออกเป็นเส้นใยได้ใหม่เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม

เชื้อนี้เจริญได้ดีในอาหารเลี้ยงเชื้อหลายชนิด เช่น potato dextrose agar, corn meal agar และ oat meal agar สำหรับการเข้าทำลายพืชอาศัยพบว่า เชื้อ *S. rolfsii* นี้ทำความเสียหายอย่างรุนแรงกับพืช เมื่ออากาศชื้น อุณหภูมิสูง และสามารถเข้าทำลายพืชได้กว้างขวางมากกว่า 500 ชนิด ทั้งพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่ (Schwartz และ Mohan, 1995) ในการป้องกันกำจัดสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเกษตรกรรม ได้แก่ การปลูกพืชหมุนเวียน การไถพรวน การเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน เป็นต้น การใช้สารเคมีคลุกเมล็ด รมดิน และการใช้ศัตรูธรรมชาติ

Domsch *et al.* (1980) รายงานว่าเส้นใยของเชื้อราเจริญได้อย่างรวดเร็ว โดยเจริญจนมีเส้นผ่านศูนย์กลางถึง 9 เซนติเมตร บนอาหาร PDA ภายในเวลา 3 วัน ที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส เส้นใยมีสีขาว มีการแตกกิ่งก้านของเส้นใยมาก เส้นใยที่งอกจากเม็ดสเคลอโรเทียมจะเจริญบน ผิวของอาหารเลี้ยงเชื้อ มีความกว้าง 4.5-9.0 ไมโครเมตร และมีการสร้าง clamp connection ขณะที่เส้นใยที่แตกกิ่งก้านออกมาจากเส้นใยที่งอกจากเม็ดสเคลอโรเทียม มีขนาดแคบกว่า คือกว้าง เพียง 1.5-2.0 ไมโครเมตร และไม่มีการสร้าง clamp connection เม็ดสเคลอโรเทียมถูกสร้างที่ผิวหน้า อาหาร เช่นเดียวกับเส้นใย รูปร่างค่อนข้างกลม ผิวเรียบเริ่มแรกเป็นสีขาวและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลในที่สุด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 1-2 มิลลิเมตร) ประกอบด้วยชั้นนอกสุดคือ rind

เชื้อรา *S. rolfsii* เป็นสาเหตุโรคพืชที่มีความสำคัญ ก่อให้เกิดความเสียหายกับพืชได้หลายชนิด เช่น แตงกวา แตงโม แตงเทศ มะเขือยาว พริก มะเขือเทศ ฯลฯ การเข้าทำลายพืชของเชื้อรานชนิดนี้

สามารถเข้าทำลายได้ตั้งแต่ ระยะพืชที่เป็นต้นกล้า ระยะติดดอกและติดผลจนถึงระยะใกล้เก็บเกี่ยว ทำให้ได้ผลผลิตลดลง สำหรับการเกิดโรคในมะเขือเทศนั้นจะถูกทำลายได้ทุกระยะของการเจริญเติบโต และจะเกิดความเสียหายมากเมื่อเข้าทำลายในระยะติดดอกออกผล อาการของมะเขือเทศเมื่อถูกเชื้อ *S. rolfii* เข้าทำลาย จะเกิดอาการคอกิ่งและหักพับแล้วแห้งตาย เหมือนอาการ damping – off ส่วนมะเขือเทศที่อยู่ติดดินหรืออยู่เหนือดินเล็กน้อย จะเกิดแผลยุบตัวลง ขอบแผลสีเหลือง และผลจะเน่าอย่างรวดเร็ว โดยพบทั้งเส้นใยและเม็ดสเคลอโรเตียมขึ้นคลุมเต็มแผล (ศุภลักษณ์, 2536) เชื้อรา *S. rolfii* มักระบาดทำความเสียหายในช่วงฤดูฝน หรือพื้นที่ที่สามารถให้น้ำแก่มะเขือเทศได้อย่างสม่ำเสมอ (จิระเดช, 2534)

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค

เชื้อรา *S. rolfii* Sacc. สามารถเจริญโดยการสร้างเส้นใยและเม็ดสเคลอโรเตียมได้ใน สภาพที่มีความชื้นสูงอุณหภูมิ 8-40 องศาเซลเซียส แต่ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดคือ 27-30 องศาเซลเซียส มีปริมาณกาซออกซิเจนร้อยละ 15-20.5 และกาซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 0.5-9 ของปริมาณกาซทั้งหมดในดิน ได้รับแสงและอยู่ในดินลึกไม่เกิน 2.5 เซนติเมตร (Punja, 1985) เชื้อรา *S. rolfii* Sacc. เจริญได้ในช่วง pH ของดินที่กว้างคือตั้งแต่ 1.4 ถึง 8.8 (Agnios, 1997) แต่จะทำให้พืชเกิดโรครุนแรงในสภาพที่ดินปนกรดเนื่องจากเชื้อสามารถเจริญได้ดี (ประพาส และคณะ, 2520; Smiley, 1983) เชื้อรา *S. rolfii* Sacc. สามารถเจริญยืงรอดในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้โดยการอยู่ในเศษซากพืช ซึ่งเม็ดสเคลอโรเตียมจะอยู่ได้นานมากกว่า 1 ปี (Holliday, 1980)

ลักษณะอาการ

เชื้อราอาจเข้าทำลายส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช อาจเป็นโคนต้น กิ่งก้าน เข็ม ฝัก จะทำให้เกิดแผลเน่าสีน้ำตาลอ่อน เนื้อเยื่อบริเวณแผลจะยุบตัวลง ส่วนยอดของพืชจะแสดงอาการเหี่ยวเฉาและแห้งตาย ในที่สุด ในระยะที่พืชเริ่มเหี่ยวจะพบเส้นใยของเชื้อราสีขาว ตามส่วนของพืชที่เป็นโรคหรือตามผิวดิน ซึ่งต่อมาจะพบเม็ดสเคลอโรเตียม มีขนาดเล็กเท่าเมล็ดผักกาดสีน้ำตาล เชื้อราที่เข้าทำลายส่วนของเข็ม จะทำให้เข็มหลุดจากลำต้นหากทำลายฝักจะทำให้ฝักเน่า

การแพร่ระบาด

โรคนี้สามารถแพร่ระบาดไปได้ง่ายโดยอาจจะติดไปกับดิน เศษซากพืชหรือต้นพืชที่เป็นโรค การแพร่กระจายของเชื้อราส่วนใหญ่จะเป็นไปในรูปของเม็ด Sclerotium มากกว่ารูปของเส้นใย เชื้อราอยู่ข้ามฤดูในรูปของเม็ด Sclerotium โดยตกอยู่ตามดิน หรือเศษซากพืชเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม ก็จะงอกเจริญกลายเป็นเส้นใยเข้าทำลายพืชต่อไป

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เชื้อรา *S. rolfsii* จะเจริญได้ดีในที่ที่มีความชื้นสูง อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 30-500 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดต่างอยู่ระหว่าง 6-7 ชอบดินร่วนปนทรายมากกว่าดินค่อนข้างเหนียว (วิรัช และทรงพล, ม.ป.ป.)

การป้องกันและกำจัด

1. คลุกเมล็ดพืชก่อนปลูกด้วยสารเคมี carboxin + thiram หรือ chloroneb หรือ PCNB อัตราประมาณ 2.5-5 กรัมต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม ในระยะต้นโตอาจใช้สารเคมีดังกล่าวละลายน้ำราดดินโคนต้นอัตรา 5-10 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

2. หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วควรมีการไถกลบหน้าดินให้ลึกกว่า 6 นิ้ว เพื่อกลบเม็ด sclerotium

3. ปลูกพืชหมุนเวียนที่ทนทานต่อเชื้อราชนิดนี้ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง เป็นต้น

Baimark and Niamsa (2009) ได้รายงาน ถึงการใช้น้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าว 50 % (v/v) ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Penicillium griseofulvum* ได้ดีกว่าน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่และยูคาลิปตัส ทั้งนี้ขึ้นกับปริมาณสารประกอบฟีนอล ส่วน Chalermisan and Peerapan (2009) ได้ศึกษาการใช้น้ำส้มควันไม้ในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลายชนิดในงานเลี้ยงเชื้อ เช่น *Pythium* sp, *Sclerotium oryzae*, *Colletotrichum gloeosporioides* โดยเริ่มต้นที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 20,000 ppm มีผลสอดคล้องกับงานของ วิลาสินี และ สรัญยา (2553) ที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากต้นยูคาลิปตัสและสะเดาในการควบคุมการเจริญของเส้นใย *Colletotrichum gloeosporioides* และในผลมะม่วง อย่างไรก็ตาม การรายงานทางด้านอารักขาถึงการใช้น้ำส้มควันไม้กับเชื้อสาเหตุโรคพืชทางดิน หรือเมล็ดพันธุ์นั้นยังมีไม่มากนัก

การควบคุมด้วยสารเคมี สารเคมีที่อบหรือรมดิน เช่น methyl bromide, chloropicrin สามารถกำจัดเชื้อรา *S. rolfsii* Sacc. ได้ดี (Punja, 1985) แต่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูงและวิธีการปฏิบัติไม่สะดวกนักการใช้สารเคมี PCNB ราดดินก่อนปลูก หรือให้ทางร่องน้ำ (furrow) ในระหว่างปลูกพืชก็สามารถกำจัดเชื้อราได้เช่นกัน (ประพาส, 2520; Agrios, 1997) รวีวรรณ (2542) ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร (โปยัก, ผักแขยง, มะกรูด, ไพล, ยูคาลิปตัส และตะไคร้) และสารเคมีกำจัดเชื้อรา 2 ชนิด คือ การบอกลิน และคาร์เบนดาซิมเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *S. rolfsii* Sacc. ซึ่งพบ สาเหตุโรครากเน่าในพืชเศรษฐกิจหลายชนิด พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากโปยัก ไพล ตะไคร้ และสารเคมีกำจัดเชื้อราการบอกลินในทุกระดับความเข้มข้นสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์และน้ำมันหอมระเหยจากผักแขยง มะกรูดและยูคาลิปตัส สามารถยับยั้งเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 0.2, 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้นไป

Duamkhanmanee and Sa-ing (2014) พบว่า น้ำส้มควันไม้สามารถยับยั้งเชื้อสาเหตุของโรคพืชที่นำมาทดลองได้ทุกชนิด คือเชื้อ *Curvularia lunata*, *Bipolaris maydis*, *Pyricularia grisea* และ *Fusarium semitectum* ถึงแม้ต้องใช้ความเข้มข้นที่สูงสำหรับเชื้อบางชนิด

Velmurugan *et al.*, (2009) ได้กล่าวถึงกลไกการยับยั้งเชื้อรามาจากสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งสารนี้เป็นส่วนประกอบของน้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar)

น้ำส้มควันไม้ (pyroligenous acid) หรือที่รู้จักกันในนามของ wood Vinegar หรือ smoke acid เป็นผลพลอยได้จากการเผาถ่านไม้ภายใต้สภาวะอับอากาศ (airless condition) เมื่อผ่านแก๊สเกิดจากการเผาไหม้ไม้สดให้สัมผัสอากาศเย็นจะเกิดการควบแน่นทำให้ออกลั่นตัวลงจนเป็นของเหลวสีน้ำตาลใส มีกลิ่นควันไฟ ชิมดูจะมีรสเปรี้ยวเนื่องจากมีความเป็นกรด น้ำส้มไม้เป็นสารปรับปรุงดิน และสารเร่งการเจริญเติบโตของพืช (plant growth accelerating substances) สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช และควบคุมโรคพืชสาเหตุจากไส้เดือนฝอย (nematode) เชื้อรา นอกจากจะมีคุณสมบัติเป็นฮอร์โมนพืช น้ำส้มควันไม้ยังมีสารประกอบทางเคมีมากกว่า 200 ชนิด ที่สำคัญ คือ กรดอะซิติก (acetic acid) ฟอรัลมาดีไฮด์ (formaldehyde) เอธิล เอ็น วาเลอเรต (ethyl-n-valerate) เมทานอล(methanol), น้ำมันทาร์ (tar) ฯลฯ

น้ำส้มควันไม้มีลักษณะเป็นของเหลวสีเหลืองถึงสีน้ำตาลแดง ใส มีกลิ่นควันไม้ มีรสเปรี้ยว มี pH 1.5-3.7 ประโยชน์ของน้ำส้มควันไม้ ได้แก่ ใช้กันมอดแมลง เร่งการเจริญเติบโตของพืชใช้ในการล้างคอกสัตว์เลี้ยง แก้อาการน้ำกัดเท้า เป็นส่วนผสมเครื่องสำอาง ทาผิวงานไม้เพื่อกันเชื้อรา และใช้ทดแทนสารเคมีที่เป็นอันตรายบางชนิด ในปัจจุบัน การผลิตน้ำส้มควันไม้ในประเทศไทยเริ่มเป็นที่รู้จัก และนำไปใช้ประโยชน์กันอย่างกว้างขวาง จึงได้มีกลุ่มชุมชน และศูนย์เรียนรู้ต่างๆ ทำการผลิตน้ำส้มควันไม้ใช้เอง และจำหน่าย วิธีการผลิตน้ำส้มควันไม้โดยทั่วไป คือ การนำเศษไม้ชนิดต่างๆ ที่หาได้ในท้องถิ่นมาทำการเผาแบบจำกัดอากาศในเตาเผาขนาด 200 ลิตร เพื่อให้เกิดควันไม้ และควบแน่นของเหลวในควันไม้ให้กลายเป็นน้ำส้มควันไม้โดยผ่านกระบอกไม้ไผ่ และแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศ หรือได้มีการใช้วิธีการควบแน่นในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้สามารถผลิตน้ำส้มควันไม้ในปริมาณที่มากขึ้น (จันทิมาและจาตุรณ, 2555) น้ำส้มควันไม้สามารถเก็บได้โดยใช้เครื่องมือง่ายๆ อาศัยการถ่ายเทความร้อนจาก ปล่องดักควันที่มีอุณหภูมิสูงสู่อากาศรอบปล่องดักควันที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ความชื้นในควันก็จะควบแน่นเป็นหยดน้ำนำมารวบรวบและทำให้บริสุทธิ์ขึ้น ก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ จุดสำคัญของการเก็บน้ำส้มควันไม้ก็คือ ต้องให้ปล่องดักควันอยู่ห่างจากปากปล่องคั่นของเตาผลิตถ่าน 20 - 30 เซนติเมตร หากทั้งส่วนเชื่อมต่อกันโดยตรงจะเท่ากับการต่อความยาวให้กับปล่อง

ควันของเตา ซึ่งจะมีผลกระทบไปถึงการไหลเวียนของอากาศภายในเตา และส่งผลถึงคุณภาพและผลผลิตของถ่านไม้ด้วย (จิระพงษ์, 2550)

ส่วนประกอบของน้ำส้มควันไม้หลายชนิด เช่น กรดอินทรีย์ และแอลกอฮอล์ชนิดต่าง ๆ นั้นเป็นส่วนประกอบไพโรไลกนัส (Pyrolygneous Component) ของเซลลูโลส (Cellulose) และกึ่งเซลลูโลส (Hemicellulose) และฟีนอล (Phenol) ซึ่งเป็นส่วนประกอบไพโรไลกนัส ของลิกนิน ส่วนประกอบไพโรไลกนัสของลิกนินนั้นจะมีส่วนประกอบต่างๆที่มีสรรพคุณในการปร่งยา (Pharmacodynamic Components) เช่น เอธิลไกลแอลกอฮอล์ (Ethylglyalcohol) ในทางกลับกันก็จะเกิดสารจำพวกคาร์ซิโนจีนิก (Carcinogenic) เช่น เบนโซไพรีน (Benzopyrene) ไดเบนซานทราซีน เมธิลโซลินสรีน (Diben-zanthracene Methylcholinsrene) ขึ้นด้วย ซึ่งควบคุมการเกิดสารอันตรายเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับกระบวนการควบคุมอุณหภูมิภายใน ปล่องไฟที่เหมาะสมขณะเก็บน้ำ ส้มควันไม้ อย่างไรก็ตามการแยกเอาสารอันตรายเหล่านี้ออกจากน้ำ ส้มควันไม้ ก็สามารถทำได้โดยวิธีการกลั่นแยก แต่อาจทำให้ส่วนผสมที่ต้องการสำหรับการเกษตรบางส่วนต้องสูญเสียไป เมื่อนำ น้ำ ส้มควันไม้เปรียบเทียบกับยาแล้วก็จะคล้ายๆ กับยารักษาโรคของจีน คือ ไม่มีส่วนผสมที่แน่นอน แต่จะให้ผลตามส่วนประกอบที่แตกต่างกันในทางตรงกันข้ามก็ยังช่วยในการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์อีกด้วย และยังสนับสนุนการเจริญเติบโตของรากและต้นไม้ซึ่งความแตกต่างในการใช้งานนั้นจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำส้มควันไม้

คุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มควันไม้มีมากกว่า 200 ชนิด ที่หลักๆ ได้แก่ methanol, acetic acid นอกจากนี้ยังมี acetone, methyl acetone, acetaldehyde formaldehyde, ethyl-n-valerate (Tiilikka *et al.*, 2011) ตัวที่สำคัญในการใช้ควบคุมเชื้อรา คือ สารประกอบฟีนอล (Baimark, and Niamsa, 2009; Inoue *et al.*, 2000)

น้ำส้มควันไม้แตกต่างจากน้ำส้มสายชูหรือน้ำส้มอื่น ๆ ที่ได้จากการหมักหรือสังเคราะห์อื่น ๆ คือมีสารประกอบหลากหลายกว่า โดยเฉพาะฟีนอล ซึ่งได้จากการสลายตัวของลิกนิน น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบที่สำคัญ ได้แก่ น้ำร้อยละ 85 กรดอินทรีย์ ร้อยละ 3 และสารอินทรีย์อื่น ๆ อีกประมาณ ร้อยละ 12 มีค่าความเป็นกรดประมาณ 3 ความถ่วงจำเพาะ ประมาณ 1.012-1.024 แตกต่างกันไปตามชนิดของเนื้อไม้ เช่น น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัสจะมีความเป็นกรดต่ำ และมีสีใส แต่มีเมทานอลสูงกว่า ไม้กระถินยักษ์ หรือไม้สะเดา น้ำส้มควันไม้มี (บุญแสน, มปป.)

คุณสมบัติโดยทั่วไปของน้ำส้มควันไม้มีดังต่อไปนี้

1. เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช
2. เป็นสารช่วยในการปรับปรุงบำรุงดิน

3. เป็นสารช่วยดับกลิ่น (deodorant) และฆ่าเชื้อโรคต่าง ๆ (disinfection)
4. เป็นสารควบคุมพืชทางอ้อม
5. มีความปลอดภัยต่อสัตว์และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานของ “น้ำส้มควันไม้” ที่เป็นที่ยอมรับกันในระดับสากล

มาตรฐานของ “น้ำส้มควันไม้” ที่เป็นที่ยอมรับกันในระดับสากล ต้องยึดเอามาตรฐาน ของ ประเทศญี่ปุ่น และจีนเป็นอย่างต่ำ เพราะประเทศญี่ปุ่นและจีนได้ศึกษาค้นคว้าและวิจัยกันมาอย่าง จริงจังและต่อเนื่อง ในน้ำส้มควันไม้ 1 ลิตร จะมีส่วนผสมของน้ำอยู่ประมาณร้อยละ 80-90 และจะมี สารประกอบต่าง ๆ ซึ่งมีค่าความเป็นกรดอยู่ร้อยละ 10-20 น้ำส้มควันไม้จึงนำมาใช้ประโยชน์ในด้าน การเกษตร การแพทย์ ปศุสัตว์ และผลิตภัณฑ์เพื่อความงาม ประโยชน์และวิธีใช้น้ำส้มควันไม้ (คิดจาก อัตราส่วน 1 ซ่อนโตะ = 10 ซีซี และ 1 ปีป = 20 ลิตร) ตัวอย่าง อัตราส่วน 100 เท่า = น้ำส้ม ฯ 1 ซ่อนโตะหรือ 10 ซีซี ต่อน้ำ 1 ลิตร (บุญแสน, ม.ป.ป.)

น้ำส้มควันไม้สามารถนำไปใช้ในการเกษตรได้ดังนี้

1. ช่วยป้องกันและกำจัดศัตรูพืช
2. เร่งการเจริญเติบโตของรากพืช
3. ช่วยฟื้นฟูและปรับสภาพดินให้ร่วนซุย
4. ช่วยให้พืชออกดอกและติดผลง่ายขึ้น
5. ช่วยเสริมสร้างความสมบูรณ์แข็งแรงต้านทานโรค

Yoshimoto (1994) ได้รายงานสถานการณ์ใช้น้ำส้มควันไม้ว่า มีการผลิตน้ำส้มควันไม้เพื่อใช้ ประโยชน์ปีละ 40 ล้านลิตร ในจำนวนนี้ประมาณครึ่งหนึ่งนำไปใช้ในการเกษตร เพื่อควบคุมไส้เดือน ฝอย เชื้อราและไวรัสสาเหตุโรคพืช และยังใช้ในการเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช (Nakajima *et al.*, 1993) และ ญิฐิมาและคณะ (2553) รายงานว่าใช้น้ำส้มควันไม้ในการลดอาการท้องเสียของลูกสุกรได้ พุฒินันท์ (2545) กล่าวว่า การใช้น้ำส้มควันไม้ที่มีความเข้มข้นสูง สามารถนำมาใช้ในการเกษตรได้ดี ดังนี้

1. ใช้ผสมน้ำ 20 เท่า พ่นลงดินเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และแมลงในดิน เช่น โรคเน่า และจากเชื้อ แบคทีเรีย โรคโคนเน่าจากเชื้อรา ไส้เดือนฝอย ฯลฯ ประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ที่มีความเข้มข้นจะ เทียบเท่ากับการอบฆ่าเชื้อด้วยการรมควัน แต่ควรทำก่อนการเพาะปลูก 10 วัน เพราะน้ำส้มควันไม้ที่รด ลงดิน จะไปทำปฏิกิริยากับสารที่มีฤทธิ์เป็นด่าง เกิดคาร์บอนโมโนออกไซด์ (CO) ขึ้น ซึ่งเป็นพิษต่อพืช แต่เมื่อก๊าซคาร์บอนโมโนออกไซด์ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน เปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) แล้ว จึงสามารถปลูกพืชได้รวมทั้งพืชจะได้รับประโยชน์จากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย

2. ใช้ผสมน้ำ 50 เท่า พ่นลงดิน เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่เข้าทำลายพืช หากใช้ความเข้มข้น มากกว่านี้ รากพืชอาจได้รับอันตรายได้

3. ใช้ผสมน้ำ 200 เท่า ความเข้มข้นระดับนี้สามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น ใช้ฉีดพ่นใบพืชรวมทั้งพื้นดินรอบต้นพืชทุก 7-15 วัน เพื่อขับไล่แมลง ป้องกันและกำจัดเชื้อราและกระตุ้นความต้านทานและการเจริญเติบโตของพืช อีกทั้งฉีดพ่นกองปุ๋ยหมักเพื่อเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ช่วยย่อยให้เป็นปุ๋ยหมักได้เร็วขึ้น

4. ใช้ผสมน้ำ 500 เท่า ฉีดพ่นผลอ่อนของพืชเพื่อช่วยขยายให้ผลโตขึ้น หลังจากติดผลแล้ว 15 วัน และฉีดพ่นอีกครั้งก่อนเก็บเกี่ยว 20 วัน เพื่อเพิ่มน้ำตาลในผลไม้อีกด้วย

5. ใช้ผสมน้ำ 1,000 เท่า เป็นสารจับใบช่วยลดการใช้สารเคมี เนื่องจากสารเคมีสามารถออกฤทธิ์ได้ดีในสารละลายที่เป็นกรดอ่อน ๆ และสามารถลดการใช้สารเคมีมากกว่าครึ่งจากที่เคยใช้

6. ใช้ทำปุ๋ยคุณภาพสูง โดยใช้น้ำส้มควันไม้เข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ หมักกับหอยเชอรี่บด เศษปลา เศษเนื้อหรือกากถั่วเหลือง โดยใช้โปรตีนต่างๆ 1 กิโลกรัม ต่อน้ำส้มควันไม้ 2 ลิตร หมักนาน 1 เดือน แล้วกรองกากออก เวลาใช้ผสมน้ำ 200 เท่า

7. การใช้หมักกับสมุนไพร เช่น ใบและเมล็ดสะเดา หางไหลแดง ข่าแก่ ตะไคร้ เพื่อเพิ่มฤทธิ์ของน้ำส้มควันไม้ในการไล่แมลงและป้องกันโรค สามารถเก็บสารละลายน้ำไว้ได้นาน

8. เพิ่มปริมาณรสชาติของผลไม้ และกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชฉีดน้ำส้มไม้ในอัตราส่วน 1 ต่อ 500 ถึง 1 ต่อ 1,000 เท่า สามารถเพิ่มรสชาติของผลไม้ให้มีความหวาน ที่เป็นเช่นนี้เพราะน้ำส้มควันไม้ช่วยลดไนโตรเจนส่วนเกิน กระตุ้นการสันดาปของพืช และเพิ่มระดับน้ำตาลให้กับพืชชนิดที่ให้รสหวาน

9. ช่วยเร่งการหมัก การนำน้ำส้มควันไม้ที่มีความเข้มข้นต่ำประมาณ 1 ต่อ 100 จะช่วยเพิ่มปริมาณเชื้อราและแบคทีเรียที่มีประโยชน์ในการเร่งการหมักสารชีวภาพ คือสามารถย่นระยะเวลาในการหมักลงอีกครั้งหนึ่งของการหมักสารชีวภาพปกติ

10. บำรุงผิวดิน ในการเพาะปลูกรดน้ำส้มควันไม้ที่มีความเข้มข้นประมาณ 1 ต่อ 30 ลงไปในหน้าดิน และใช้ในปริมาณ 6 ลิตร ต่อ 1 ตารางเมตร สำหรับบำรุงผิวดิน ก่อนทำการเพาะปลูก แต่สำหรับการนำไปฆ่าเชื้อในดินควรจะมีเข้มข้นสูงกว่านี้ ประมาณ 1 ต่อ 5-10 (หมอดินเกษตรกรไทย, 2550)

Yatagai และ Unrinin (1989) ได้ศึกษาผลของสารที่เป็นองค์ประกอบของน้ำส้มควันไม้ทั้งที่เป็นฟีนอล 8 ชนิดและแอลกอฮอล์ 8 ชนิด ที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของแรดิช ผักกาดหัว ญูปุ่นและคะน้า พบว่าองค์ประกอบที่เป็นแอลกอฮอล์ส่วนใหญ่มีผลในการเร่งการเจริญเติบโตแต่ฟีนอลเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโต ต่อมาในปี ค.ศ. 2003 Piao และคณะได้วิเคราะห์องค์ประกอบอินทรีย์ของน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเผาไหม้ พบว่ามีฟีนอลปนอยู่เล็กน้อย ซึ่งฟีนอลนี้เป็นพิษต่อมนุษย์และสัตว์เลี้ยง แต่สามารถกำจัดได้ด้วยวิธีการกลั่นให้บริสุทธิ์

ยรรยง และสุขุมวัฒน์ (2549) ศึกษาประสิทธิภาพน้ำส้มควันไม้ในการอารักขาพืช พบว่าการใช้น้ำส้มควันไม้ในอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *R. solani*, *S. oryzae*, *H. maydis*, *Pythium* sp, *C. gloeosporioides* และ *C. cucurbitarum* และแบคทีเรีย *X. campestris* pv. Citri และ *E. carotovora* pv. Carotovora ที่เป็นสาเหตุโรคพืชหลายชนิดบนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ เพราะคุณสมบัติความเป็นกรด-ด่าง และสารประกอบต่างๆ ที่มีในน้ำส้มควันไม้ เช่น กรดอะซิติก เป็นสารกลุ่มออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย และเชื้อไวรัส พอร์มอลดีไฮด์ เป็นสารในกลุ่มออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค และเมทานอล เป็นสารในกลุ่มออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย และเชื้อไวรัส เช่นกัน

น้ำส้มควันไม้ที่ผลิตได้จากไม้ต่างชนิดจะมีสมบัติแตกต่างกัน จิระพงษ์ (2550) กล่าวว่า น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบที่สำคัญคือ น้ำ กรดอินทรีย์ และสารอื่น ประมาณ 85, 3 และ 12 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างและความถ่วงจำเพาะ ประมาณ 3 และ 1.012-1.024 ตามลำดับ ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามชนิดของไม้ที่นำมาเผา เช่น น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัสมีความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ และมีสีใส แต่มีเมทานอลสูงกว่าน้ำส้มควันไม้จากไม้กระถินยักษ์ หรือไม้สะเดา พืชมปัสรา และสุชินันท์ (ม.ป.ป.) ได้รายงานวว่า น้ำส้มควันไม้ประกอบด้วยกรดแอซิติก พอร์มัลดีไฮด์ ฟีนอล (phenol) เมทานอล และกลีเซอรอล (glycerol) ทำให้น้ำส้มควันไม้เป็นสารกำจัดแมลง มอดและเชื้อราได้

ประโยชน์และการนำน้ำส้มควันไม้ไปใช้

(สำนักถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2550)

1. ด้านการเกษตร

- กำจัดไส้เดือนฝอย มด ปลวก ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และแมลงในดิน เพราะน้ำส้มควันไม้ เมื่อราดลงดินจะไปทำปฏิกิริยากับสารที่มีฤทธิ์เป็นด่างจะเกิดคาร์บอนโมนอกไซด์ (CO) ซึ่งเป็นพิษต่อพืช แต่เมื่อแก๊สคาร์บอนโมนอกไซด์ ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเปลี่ยนเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) แล้วจึงสามารถปลูกพืชได้ รวมทั้งได้รับประโยชน์จาก CO₂ รักษาเชื้อราในยางพารา

- ป้องกันโรครากและโคนเน่าจากเชื้อรา
- เร่งการเจริญเติบโต กระตุ้นความต้านทานโรค
- ป้องกันศัตรูพืช ขับไล่แมลงทุกชนิดและเชื้อรา
- ช่วยในการสังเคราะห์น้ำตาลของพืชทำให้ผักและผลไม้มีรสหวาน
- เป็นสารจับใบ จะช่วยลดการใช้สารเคมี เนื่องจากสารเคมีสามารถออกฤทธิ์ได้ดีใน

สารละลายที่เป็นกรดอ่อนๆ

ศิริวรรณ (2551) ได้นำน้ำส้มควันไม้ไปใช้ในการเกษตร เพื่อให้ข้าวออกดอกได้เร็วขึ้น
จำนวนเมล็ดดี น้ำหนักเมล็ดดี ผลผลิตสูง

2. ด้านปศุสัตว์

- กำจัดกลิ่นและขับไล่แมลงในคอกสัตว์ป้องกันไม่ให้แมลงวางไข่
- ขับไล่เห็บ หมัด และรักษาโรคเรื้อนของสัตว์
- ผสมอาหารสัตว์เพื่อช่วยการย่อยอาหารและป้องกันโรคท้องเสีย

3. ด้านครัวเรือน

- ป้องกันปลวก มด และสัตว์ต่างๆ เช่น ตะขาบ ตะเข็บ แมงป่อง กิ้งกือ มีผลิตภัณฑ์ไล่แมลงและกำจัดกลิ่น โดยใช้น้ำส้มควันไม้ในเยลลี่บรรจุถุงแล้วค่อยๆระเหย ซึ่งสามารถลดกลิ่นและกำจัดแมลงที่เป็นอันตรายและพวกสัตว์ปศุสัตว์ได้ (Tadakutsu, *et al.*, 2004)
- ดับกลิ่นห้องน้ำ ห้องครัว บริเวณที่ชื้น และกำจัดกลิ่นขยะ
- รักษาแผลสด แผลถูกน้ำร้อนลวกและไฟลวก รักษาโรคน้ำกัดเท้า เชื้อราผิวหนัง
- ใช้หมักขยะสดและเศษอาหารเป็นปุ๋ย (สำนักถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2550)

4. ด้านอุตสาหกรรม

- ผลิตสารระงับกลิ่น ในประเทศญี่ปุ่นมีการทำน้ำส้มควันไม้มาผลิตเป็นสารดับกลิ่นตัวมากกว่าปีละ 1 ล้านลิตร และศึกษาวิธีสกัดน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเผาถ่าน (Toshibimi, 1995)
- ผลิตสารปรับผิวนุ่ม ทั้งใช้โดยตรงทั้งทางผิวหนังหรืออาบน้ำ
- ใช้ในอุตสาหกรรมรมควันสารปรุงแต่งสำหรับเครื่องดื่ม ยา อาหาร (Qiuxing, 2000)
- ใช้ในอุตสาหกรรมย้อมผ้า
- ใช้เป็นส่วนประกอบยาฆ่าแมลง ได้จากการสกัดสารในน้ำส้มควันไม้ ซึ่งเป็นสารที่มีผลกับสิ่งแวดล้อม ปลอดภัย เกิดมลภาวะน้อยและมีประสิทธิภาพเป็นยาฆ่าแมลง (Guangyuan, 2003)
- ใช้ผลิตยาฆ่าเชื้อไทฟอยด์ อาหารเสริมภูมิคุ้มกัน อาหารเสริมการทำงานของตับและยารักษาโรคผิวหนัง
- ใช้ผลิตสารป้องกันเนื้อไม้จากเชื้อราและแมลง (เพ็ญพิชญา, 2547)

การให้น้ำส้มควันไม้บริสุทธิ์

น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเผาถ่านนั้นยังไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทันที เนื่องจากกระบวนการเปลี่ยนเป็นถ่านไม้ได้เกิดขึ้นพร้อมกันทั้งเตา แต่เริ่มที่หน้าเตาด้านบน แล้วแผ่กระจายมายังหลังเตาด้านล่าง ควันที่ออกมาจากปล่องควันเป็นควันที่ผสมกันระหว่างควันอุณหภูมิต่ำ และสูง เมื่ออุณหภูมิประมาณ 310 องศาเซลเซียส ลิกนินจะเริ่มละลายกลายเป็นน้ำมันดิน และสารระเหยปนออกมาด้วย โดยน้ำมันดินที่ไม่ละลายน้ำนี้ (oil base) ไม่สามารถนำไปใช้ในทางเกษตรได้เพราะจะไปปิดปากใบ และเกาะติดกับรากทำให้พืชเจริญเติบโตได้ช้า หรืออาจตายได้ (เกียรติศักดิ์, 2548)

ขั้นตอนการเผาถ่าน

ไม่สำหรับเผาไม้สภาพแห้ง เผาถ่านต่อเนื่อง ไม่ได้ทิ้งเตาให้ขึ้น

1. ก่อไฟไล่ความชื้น ก่อไฟที่หน้าเตา ไม่ต้องพยายามเอาไฟใส่เข้าไปข้างในเตาจะใช้เวลาประมาณ 4 ชั่วโมง ซึ่งในการก่อไฟไม่ต้องใจร้อนครับ ก่อไฟไปเรื่อย ๆ ในการก่อไฟตอนแรกควันจะขึ้นปล่องเพียงเล็กน้อย และค่อย ๆ เพิ่มขึ้น ประมาณสามชั่วโมงครึ่งถึงชั่วโมงที่ 4 ควันจะขึ้นเต็มปล่อง ควันร้อน และควันขึ้นแรงควันเต็มปล่อง
2. นับเวลาต่อจากนี้ไปอีก 1 ชั่วโมง หรือ ให้ไปหากระเบื้องเคลือบสีขาว หรือจานสังกะสีสีขาว มาอังตรงปล่องควัน แล้วสังเกตสีของน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการอังที่ปล่องควัน อังไปเรื่อยๆ ตอนแรกจะได้สีของน้ำส้มควันไม้สีใส หรือน้ำตาลอ่อน ตอนนี่ยังไม่สามารถเก็บน้ำส้มควันไม้ได้ เมื่อเห็นสีของน้ำส้มควันไม้เป็นสีน้ำตาลก็ให้เริ่มหรีหน้าเตา (หยุดให้ไฟ)
3. หรีหน้าเตา ในการหรีหน้าเตาให้อากาศเข้าน้อยที่สุด เพื่อจะได้เก็บน้ำส้มควันไม้ นาน ๆ
4. เก็บน้ำส้มควันไม้ หลังจากนั้นเราสามารถเก็บน้ำส้มควันไม้ได้ไปอีก 2-3 ชั่วโมง อาจได้นานกว่านี้ถ้า ไม้สดหรือหมาด ขนาดไม้ใหญ่ หรือ หรือขนาดของการหรีหน้าเตา อาจนาน 3-4 ชั่วโมง หรือมากกว่านั้น
5. หยุดเก็บน้ำส้มควันไม้เมื่อมียางเหนียวๆ สีดำออกมาจากปล่องที่เก็บน้ำส้มควันไม้ ออก แล้วดูปล่องควัน เมื่อควันใสมองเห็นขอบปล่องอีกด้าน
6. เมื่อควันใสให้เปิดหน้าเตาเพื่อเพิ่มอุณหภูมิ ไล่สารทาร์ หรือทำให้ถ่านบริสุทธิ์ ขั้นตอนนี้ใช้เวลา 5-15 นาที เมื่อควันใส หรือปากปล่องแห้ง (เอานิ้วแตะปากปล่องดู) ให้ทำการปิดหน้าเตา และปิดปล่องควัน เป็นอันเสร็จการเผาถ่าน (โสธร, 2555)

ขั้นตอนการให้น้ำส้มควันไม้บริสุทธิ์ทำได้ 3 วิธี คือ (กองนโยบายเทคโนโลยีเพื่อการเกษตรและเกษตรกรรมยั่งยืน, 2551)

1. ปล่อยให้ตกตะกอน โดยนำน้ำส้มควันไม้มาเก็บในถังทรงสูง มีความสูงมากกว่าความกว้างประมาณ 3 เท่า โดยทิ้งให้ตกตะกอนประมาณ 90 วัน น้ำส้มควันไม้ก็จะตกตะกอนแบ่งเป็น 3 ชั้น ชั้นบนสุดจะเป็นน้ำมันใส (light oil) ชั้นกลางเป็นของเหลวใสสีขาว คือน้ำส้มควันไม้ และชั้นล่างสุดจะเป็นของเหลวข้นสีดำหรือน้ำมันดิน (มกคล, 2549) หากนำผงถ่านมาผสมประมาณ 5% โดยน้ำหนัก ผงถ่านก็จะดูดซับทั้งน้ำมันใสและน้ำมันดิบให้ตกตะกอนลงสู่ชั้นล่างสุดในเวลา ที่เร็วขึ้น เพียงประมาณ 45 วันเท่านั้น

2. การกรอง โดยใช้ผ้ากรองหรือถังกรองที่ใช้ผงถ่านกัมมันต์ ซึ่งจะได้คุณสมบัติแตกต่างกันไป เพราะถ่านกัมมันต์จะลดความเป็นกรดของน้ำส้มควันไม้ และจะใช้วิธีนี้เพื่อนำไปเป็นวัตถุดิบในการอุตสาหกรรม

3. การกลั่น โดยกลั่นได้ทั้งใสความดันบรรยากาศ และกลั่นแบบลดความดันรวมทั้งกลั่นแบบลำดับส่วนเพื่อแยกเฉพาะสาร หนึ่ง สารใดในน้ำส้มควันไม้มาใช้ประโยชน์มากใช้ในอุตสาหกรรมผลิตยา



ภาพที่ 2 ลักษณะน้ำส้มควันไม้

พืชที่นำมาผลิตน้ำส้มควันไม้

1. ยูคาลิปตัส

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Eucalyptus globulus* Labill. (*Eucalyptus citriodora* Hook.)

ชื่อสามัญ : Eucalyptus

วงศ์ : Myrtaceae

ชื่ออื่น : โกรฐจุฬาราส น้ำมันเขียว มันเขียว



ภาพที่ 3 ต้นยูคาลิปตัส

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ไม้ยืนต้น สูงประมาณ 10-25 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มหนาทึบ ค่อนข้างกลม ลำต้นเปลาตรง เปลือก เปลือกหุ้มลำต้น มีลักษณะเรียบเป็นมัน มีสีเทาสลับสีขาวและน้ำตาลแดงเป็นบางแห่ง เปลือกนอกจะแตกกร่อนเป็นแผ่นหลุดออกจากผิวของลำต้น เมื่อแห้งจะลอกออกได้ง่ายในขณะสด ใบ ใบเป็นใบเดี่ยว (simple leaf) เรียงสลับ เป็นรูปหอกยาว 3-12 นิ้ว กว้าง 0.5-0.8 นิ้ว ก้านใบยาว ใบสีเขียวอ่อน หน่มๆ ทั้งสองด้าน ใบห้อยลง เส้นใบมองเห็นได้ชัด ดอก ดอกออกเป็นช่อ ตามข้อต่อระหว่างกิ่งกับใบ มีก้านดอกเรียวยาว มีก้านย่อยแยกไปอีก ออกดอกเกือบตลอดปี ผล ผลมีลักษณะครึ่งวงกลมหรือรูปถ้วย ผิวนอกแข็ง เมื่ออ่อนจะมีสีเขียว และจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อแก่ เมื่อผลแก่ปลายผลจะแยกออก (สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช, 2557 ก)

ส่วนที่ใช้ : ใบสด น้ำมันที่กลั่นได้จากใบสด

สรรพคุณ : เป็นยาแก้ไอ ขับเสมหะ บรรเทาอาการข้ออักเสบ โล้ หรือ ฆ่ายุง แมลง

วิธีและปริมาณที่ใช้ เป็นยาแก้ไอ ขับเสมหะ ใช้น้ำมันที่กลั่นได้จากใบสด 0.5 มิลลิลิตร (8 หยด) รับประทาน หรือทำยาอม

ไม้ยูคาลิปตัส (Tallow Wood) เป็นผลิตผลหลักที่ได้มาจากป่าไม้อันเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญยิ่งในชีวิิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ชาติ และได้มีบทบาทสัมพันธ์กับชีวิตมนุษย์มาทุกยุคทุกสมัยนับตั้งแต่แรก ไม้เป็นวัตุธรรมชาติที่มีคุณสมบัติเหมาะสมยิ่งสำหรับการก่อสร้างเกือบทุกชนิด ยกที่จะหาวัตุอื่นมาแข่งขันได้ แม้กระนั้นไม้ก็มีข้อเสียอยู่บ้าง โดยที่ไม้มีความทนทานตามธรรมชาติ น้อยกว่าวัตุก่อสร้างชนิดอื่นไม้ยูคาลิปตัสสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างเฟอร์นิเจอร์ เครื่องเรือน ทำรั้ว ทำคอกปศุสัตว์ ใช้ในการก่อสร้างทำเสา ทำค้ำยัน ทำเสาเข็ม ทำตุ๊กตา ไม้ยูคาลิปตัสสามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบ ของอาคารบ้านเรือนได้ แต่ควรจะได้ทำการอาบน้ำยารักษาเนื้อไม้ไว้ก่อน ก็จะยืดอายุ การใช้งานได้นานนักวิชาการได้ให้ความเห็นว่ายูคาลิปตัสชนิดโตช้าเนื้อแข็งบางชนิดเท่านั้นที่ปลวกไม่กิน (ธนวัตร, 2551)

2. สะเดา (Neem)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Azadirachta indica* A. Juss. var. *siamensis* Valetton

ชื่อสามัญ : Siamese neem tree, Nim, Margosa, Quinine

วงศ์ : Meliaceae

ชื่ออื่น : สะเลียม (ภาคเหนือ) กะเดา (ภาคใต้)



ภาพที่ 4 ต้นสะเดา

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ไม้ต้น สูง 5-10 เมตร เปลือกต้นแตกเป็นร่องลึกตามยาว ยอดอ่อนสีน้ำตาลแดง ใบ เป็นใบประกอบแบบขนนก ออกเรียงสลับรูปใบหอก กว้าง 3-4 ซม. ยาว 4-8 ซม. โคนใบมนไม่เท่ากัน ขอบใบจักเป็นฟันเลื่อย แผ่นใบเรียบ สีเขียวเป็นมัน ดอก ออกเป็นช่อที่ปลายกิ่งขณะแตกใบอ่อน ดอกสีขาวนวล กลีบเลี้ยงมี 5 แฉก โคนติดกัน กลีบดอกโคนติดกัน ปลายแยกเป็น 5 แฉก ผล รูปทรงรี ขนาด 0.8-1 ซม. ผิวเรียบ ผลอ่อนสีเขียว สุกเป็นสีเหลืองส้ม เมล็ดเดี่ยว รูปรี (สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช, 2557 ข)

ส่วนที่ใช้ : ดอกช่อดอก ขนอ่อน ยอด เปลือก ก้านใบ กระพี้ ยาง แก่น ราก ใบ ผล ต้น เปลือกกราก น้ำมันจากเมล็ด

สรรพคุณ : ดอก ยอดอ่อน แก้พิษโลหิต กำเดา แก่ริดสีดวงในลำคอ คั้นดูจะมีตัวไต่ อยู่ บำรุงธาตุ ขับลม ใช้เป็นอาหารผักได้ดี

ขนอ่อน ถ่ายพยาธิ แก่ริดสีดวง แก่ปัสสาวะพิการ

เปลือกต้น แก้ไข้ เจริญอาหาร แก่ท้องเดิน บิดมูกเลือด

ก้านใบ แก้ไข้ ทำยารักษาไข้มาลาเรีย

กระพี้ แก้ถุงน้ำดีอักเสบ

ยาง ดับพิษร้อน

แก่น แก้อาเจียน ขับเสมหะ

ราก แก้วโรคผิวหนัง แก้เสมหะ ซึ่งเกาะแน่นอยู่ในทรวงอก
 ใบ, ผล ใช้เป็นยาฆ่าแมลง บำรุงธาตุ
 ผล มีสารรสขม ใช้เป็นยาถ่ายพยาธิ และยาระบาย แก้วโรคหัวใจเดิน
 ผิดปกติ
 เปลือก ราก เป็นยาฝาดสมาน แก้ไข้ ทำให้อาเจียน แก้วโรคผิวหนัง
 น้ำมันจากเมล็ด ใช้รักษาโรคผิวหนัง และยาฆ่าแมลง

สะเดา (Neem) เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง สูง 5-10 เมตร ลำต้นมีเปลือกหนาสีเทาถึง
 น้ำตาลอ่อน ทุกส่วนจะมีรสขม เนื่องจากสาร Nimbodin ซึ่งเป็นสารที่ไม่มีพิษ สารสำคัญ -เปลือก
 ต้นมีสาร nimbin, desacetylnimbin ประโยชน์ ออกฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดแมลง ได้หลาย
 รูปแบบ คือเป็นสารฆ่าแมลง สารไล่แมลง ทำให้แมลงไม่ชอบกินอาหาร ทำให้การเจริญเติบโตของ
 แมลงผิดปกติ ยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลง (ลิขิต และคณะ, 2552)

การใช้สารสกัดจากสะเดา เพื่อฆ่าแมลงศัตรูพืช สารฆ่าแมลงเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญ อย่าง
 หนึ่งและมีการใช้มากขึ้นเรื่อย ๆ จนเกินปัญหาและผลกระทบต่าง ๆ มากมายหลายด้าน หน่วยงานที่
 เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน จึงมองหาวิธีการต่าง ๆ ในการที่จะนำมาป้องกันกำจัด ศัตรูพืชเพื่อลด
 การใช้สารฆ่าแมลง ทางเลือกทางหนึ่งที่น่าสนใจขณะนี้คือการใช้สารสกัดจาก ธรรมชาติ สารสกัดจาก
 ธรรมชาติเป็นสารที่มีคุณสมบัติใน การปราบหรือควบคุม ปริมาณการ ระบาดของแมลงศัตรูพืช และ ให้
 ผลดีเท่าเทียมกับการใช้สารฆ่าแมลง ไม่มีพิษตกค้างในผลผลิต ไม่ มีพิษต่อเกษตรกรผู้ใช้และ
 สภาพแวดล้อม สารสกัดจากธรรมชาติที่สำคัญและมีศักยภาพสูงที่จะนำมาใช้ทดแทนสารฆ่าแมลงชนิด
 หนึ่งคือ สะเดา (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2550)

3. ไม้ (Bamboo)



ภาพที่ 5 ต้นไม้

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Bambusa* sp.

ชื่อวงศ์: GRAMINEAE/POACEAE

ลักษณะทั่วไป: เป็นพืชมีเนื้อไม้แข็งความสูงแล้วแต่ชนิด มีเหง้าอยู่ใต้ดิน ลำต้นตรง มีข้อและปล้องชัดเจน ปล้องภายในกลวง ขนาดกว้างยาวแล้วแต่ชนิด ใบ ใบเดี่ยว ออกสลับรูปใบหอก ปลายเรียวแหลม โคนมน ขอบใบสากคาย ดอก ออกเป็นช่อตามซอกใบและปลายกิ่งการกระจายพันธุ์ในเขตร้อน ที่อยู่ในเขตอบอุ่นมีน้อยประโยชน์: หน่อ อ่อนเรียกหน่อไม้ของไผ่บางชนิด รับประทานได้ เนื้อไม้ทำเครื่องเรือน เครื่องจักรสานความสำคัญ (ถวิลจิต, ม.ป.ป.)

ไม้ไผ่แต่ละลำประกอบด้วยเซลล์พาราเควอมา (parenchyma) 50 % เส้นใย (fiber) 40 % ท่อลำเลียง 10 % เนื้อเยื่อพาราเควอมาและท่อลำเลียงต่าง ๆ อยู่ทางด้านในของลำต้นเป็นจำนวนมากขณะที่เส้นใยหรือไฟเบอร์มักพบอยู่ทางด้านนอกของลำต้น เนื้อเยื่อมัดท่อลำเลียงประกอบด้วยโปรโตไซเล็ม (protoxylem) และเมตาไซเล็ม (metaxylem) ซึ่งทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ และโฟลเอ็ม (phloem) ซึ่งทำหน้าที่ลำเลียงอาหารอยู่รวมกันเป็นมัด ถูกล้อมรอบด้วยเยื่อหุ้มที่ประกอบด้วยเซลล์สเกลอเควอมา (sclerenchyma) ชนิดเส้นใย(fiber) ทางรอบนอกของลำต้น เนื้อเยื่อมัดท่อลำเลียงจะมีขนาดเล็กและมีจำนวนมาก ขณะที่มัดเนื้อเยื่อซึ่งอยู่ทางด้านในของลำต้นจะมีขนาดใหญ่กว่า และมีจำนวนน้อยกว่า จำนวนมัดท่อลำเลียงจะค่อย ๆ ลดลงจากด้านนอกเข้าหาด้านใน และจากส่วนโคนไปยังส่วนปลายของลำต้น (บ้านจอมยุทธ, ม.ป.ป.)

4. กะลามะพร้าว (shell)



ภาพที่ 6 กะลามะพร้าว

มะพร้าว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera* L. อยู่ในตระกูล Palmae มีระบบรากเป็นรากฝอยมีขนาดเท่าๆ กัน แผ่กระจายออกรอบต้น มะพร้าว เป็นพืชที่มีความผูกพันกับ วัฒนธรรมความเป็นอยู่ของคนไทยมาช้านาน คุณสมบัติที่ดีของมะพร้าว คือส่วนต่างๆ ของมะพร้าวสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่า และสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ หลากหลาย ตั้งแต่ ลำต้น ใบ

ก้าน ผล กะลา รกมะพร้าว กาบมะพร้าว รากมะพร้าว สุภาวดี (2547) กล่าวว่ากะลามะพร้าวมี เซลลูโลส (cellulose) ลิกนิน (lignin) และเฮมิเซลลูโลส (hemi cellulose)

ลำต้น มีลำต้นเดี่ยว ไม่แตกแขนง มีรอยแผลจากการหลุดร่วงของใบตลอดลำต้น สามารถ คำนวณอายุของต้นมะพร้าวได้จากรอยแผลนี้ คือ ในปีหนึ่งมะพร้าวจะสร้างใบประมาณ 12- 14 ใบ ดังนั้นใน 1 ปี จะมีรอยแผลที่ลำต้น 12 – 14 รอยแผล

ใบ เป็นใบประกอบ ออกอยู่ตามส่วนของลำต้น ประกอบด้วยก้านทาง (rachis) มีขนาดใหญ่และ ยาว และมีใบย่อย (leaflet) บนก้านทางประมาณ 200 – 250 ใบ

ดอก ออกเป็นช่อชนิดพานิคิล มีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย อยู่ในช่อเดียวกัน ดอกมีกลีบดอก 6 กลีบ สีครีมหรือสีเหลืองนวล ไม่มีก้านดอกย่อยดอกตัวเมียจะมีกลีบดอกหนาและแข็งกว่ากลีบดอกตัวผู้

ผล มะพร้าวเป็นชนิดไฟบรัสดรูพ (fibrous drupe) เรียกว่า นัท (nut) มีเปลือก 3 ชั้นคือ

1. เปลือกชั้นนอก (exocarp) เป็นเส้นใยที่เหนียวและแข็ง เมื่อแก่อาจมีสีเขียว แดง เหลืองหรือน้ำตาล

2. เปลือกชั้นกลาง (mesocarp) มีลักษณะเป็นเส้นใย มีความหนาพอประมาณ

3. เปลือกชั้นใน (endocar) มีลักษณะแข็งหรือที่เรียกกันว่า กะลา (shell)

น้ำทิพย์ (2552) รายงานว่า น้ำส้มคว้นไม้กะลามะพร้าวมีองค์ประกอบของกรดอะซิติกเป็นหลัก มีค่าความเป็นกรดที่ 2.62 ค่าความถ่วงจำเพาะ 1.014 และมีจุดเดือดอยู่ในช่วง 99 -106 องศาเซลเซียส มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อราในไม้ยางและช่วยให้ยางเกิดการจับตัวได้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เชื้อ *Sclerotium rolfsii* Sacc.บริสุทธิ์
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA)
3. น้ำส้มควันไม้ 4 ชนิด
 - 3.1 กะลามะพร้าว
 - 3.2 ไม้ไผ่
 - 3.3 ยูคาลิปตัส
 - 3.4 สะเดา
4. อุปกรณ์เครื่องแก้ว (จานเลี้ยงเชื้อ บีกเกอร์ ขวดรูปชมพู่ กรวยกรอง ฯลฯ)
5. น้ำกลั่น
6. เครื่องซั่ง 2 ตำแหน่ง
7. ไมโครปิเปต
8. สารจับใบ (tween 80)
9. หม้อนึ่งความดัน (Autoclave)
10. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
11. ตะเกียงแอลกอฮอล์
12. แอลกอฮอล์
13. ที่เจาะอาหารเลี้ยงเชื้อ (Cork Borer) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร
14. กระดาษกรอง
15. Millipore ขนาด 0.2 ไมครอน
16. ไซริงค์พลาสติกขนาด 3 ซีซี
17. กล้องจุลทรรศน์

วิธีการ

1. เตรียมน้ำส้มควันไม้

ดำเนินการเผาถ่านแบบถัง 200 ลิตร (เตาเผาถ่านรูปแบบของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน สามารถสั่งซื้อได้ที่ คุณวีระสิทธิ์ จำปามาย เลขที่ 175 หมู่ที่ 15 ต.จันทวน อ.เมือง จ.สกลนคร) ทำการเผาถ่านจาก กะลามะพร้าว ไม้ไผ่ ยูคาลิปตัส และสะเดา

เมื่อได้ผลิตผลจากน้ำส้มควันไม้แล้ว ทำการบรรจุใส่ขวดพลาสติกแล้วปิดฝาให้สนิท เก็บผลิตภัณฑ์ไม่ให้โดนแสง โดยทิ้งให้ตกตะกอนประมาณ 90 วัน น้ำส้มควันไม้ก็จะตกตะกอนแบ่งเป็น 3 ชั้น ชั้นบนสุดจะเป็นน้ำมันใส (light oil) ชั้นกลางเป็นของเหลวใสสีขาว คือน้ำส้มควันไม้ และชั้นล่างสุดจะเป็นของเหลวข้นสีดำหรือน้ำมันดิน เมื่อแยกน้ำส้มควันไม้เสร็จแล้ว ทำการกรองน้ำส้มควันไม้ด้วยกระดาษกรองและ Millipore อีกครั้ง แล้วบรรจุเก็บไว้ในภาชนะแก้ว หุ้มด้วยฟอยล์ให้มิดชิด เก็บไว้ในที่พ้นแสง (ภาพที่ 7-9)



ภาพที่ 7 เตาเผาถ่านแบบถัง 200 ลิตร



ภาพที่ 8 กรองน้ำส้มควันไม้ด้วยกระดาษกรอง



ภาพที่ 9 น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเผาถ่าน 4 ชนิด (กะลามะพร้าว ไม้ไผ่ ยูคาลิปตัส และสะเดา)

2. เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA)

ปอกเปลือกมันฝรั่งแล้วหั่นเป็นรูปสี่เหลี่ยมลูกเต๋าจำนวน 800 กรัม ชั่งน้ำตาล (dextrose) 80 กรัม ผงวุ้น (Agar) 80 กรัม ตวงน้ำกลั่น 4000 ml นำมาใส่ในหม้อตั้งไฟคนเป็นระยะๆ พอเดือดก็กรองเอาแต่น้ำ นำไปบรรจุใส่ขวดรูปชมพู่ขวดละ 100 ml นำสำลีจุกที่ปากขวดแล้วด้วยกระดาษรัดยาง แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที (ภาพที่ 10)



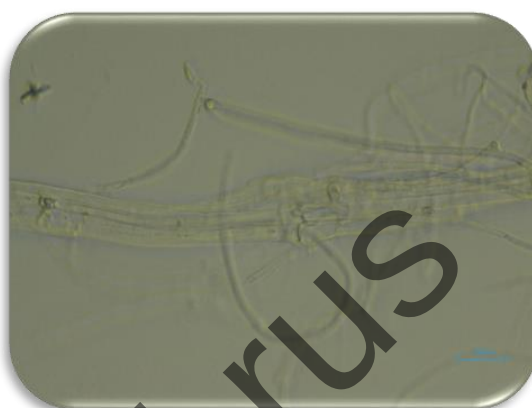
ภาพที่ 10 เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ (PDA)

3. เตรียมเชื้อบริสุทธิ์

นำเชื้อราสาเหตุที่บริสุทธิ์ มาจาก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ทำการแยกเชื้อราใส่ในจานเลี้ยงเชื้อ โดยใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อที่มีอาหารวุ้น PDA จากนั้นนำมาเตรียมเป็นสไลด์ แล้วนำมาส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (ภาพที่ 11 และ 12)



ภาพที่ 11 ลักษณะเชื้อ *Sclerotium rolfsii* Sacc. บนอาหารวุ้น PDA



ภาพที่ 12 ลักษณะเชื้อ *Sclerotium rolfsii* Sacc. ส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (400 เท่า)

4. ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา

นำเส้นใยของเชื้อ *Sclerotium rolfsii* Sacc. มาเลี้ยงบนอาหารวุ้น PDA ด้วยวิธี poison food technique โดยผสมน้ำส้มควันไม้จากไม้ 4 ชนิด ใน 6 ระดับความเข้มข้น คือ 0 3000 5000 10000 15000 และ 20000 ppm แต่ละสิ่งทดลองจะผสมสารจับใบ 50 ไมโครลิตร (0.05% v/v) เพื่อการกระจายตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (complete randomized design :CRD) มีทั้งหมด 24 สิ่งทดลองละ 4 ซ้ำ ดังนี้

1. เชื้อ *S. rolfsii* + น้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าว ความเข้มข้น 6 ระดับ คือ 0 3000 5000 10000 15000 และ 20000 ppm + สารจับใบ (0.05%)
2. เชื้อ *S. rolfsii* + น้ำส้มควันไม้ไผ่ ความเข้มข้น 6 ระดับ คือ 0 3000 5000 10000 15000 และ 20000 ppm + สารจับใบ (0.05%)
3. เชื้อ *S. rolfsii* + น้ำส้มควันไม้จากยูคาลิปตัส ความเข้มข้น 6 ระดับ คือ 0 3000 5000 10000 15000 และ 20000 ppm + สารจับใบ (0.05%)
4. เชื้อ *S. rolfsii* + น้ำส้มควันไม้จากสะเดา ความเข้มข้น 6 ระดับ คือ 0 3000 5000 10000 15000 และ 20000 ppm + สารจับใบ (0.05%)

5. ศึกษาประสิทธิภาพของส้มควันไม้ในการยับยั้งการงอกของเมล็ดเคลอโรเทียม

นำเมล็ดเคลอโรเทียมที่มีอายุ 7 วัน จำนวน 10 เม็ด มาเลี้ยงบนอาหารรุ้น PDA ด้วยวิธี poison food technique โดยผสมน้ำส้มควันไม้จากไม้ 4 ชนิด ใน 6 ระดับความเข้มข้น คือ 0, 3000 5000, 10000, 15000 และ 20000 ppm แต่ละสิ่งทดลองจะผสมสารจับใบ 50 ไมโครลิตร (0.05% v/v) เพื่อการกระจายตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (complete randomized design :CRD) มี ทั้งหมด 24 สิ่งทดลองละ 4 ซ้ำ ดังนี้

1. เชื้อ *S. rolfsii* + น้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าว ความเข้มข้น 6 ระดับ คือ คือ 0 3000 5000 10000 15000 และ 20000 ppm + สารจับใบ (0.05%)
2. เชื้อ *S. rolfsii* + น้ำส้มควันไม้ไผ่ ความเข้มข้น 6 ระดับ คือ คือ 0 3000 5000 10000 15000 และ 20000 ppm + สารจับใบ (0.05%)
3. เชื้อ *S. rolfsii* + น้ำส้มควันไม้จากยูคาลิปตัส ความเข้มข้น 6 ระดับ คือ คือ 0 3000 5000 10000 15000 และ 20000 ppm + สารจับใบ (0.05%)
4. เชื้อ *S. rolfsii* + น้ำส้มควันไม้จากสะเดา ความเข้มข้น 6 ระดับ คือ คือ 0 3000 5000 10000 15000 และ 20000 ppm + สารจับใบ (0.05%)

บันทึกข้อมูล

โดยวัดการเจริญของเชื้อรา โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี นำมาคำนวณค่าร้อยละของการยับยั้งการเจริญของเส้นใยจากสูตร

$$\frac{\text{เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี Control} - \text{เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีทดลอง}}{\text{เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี Control}} \times 100$$

6. วิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบ (Factorial in CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของปัจจัยโดยวิธี (Least Significant Different ; LSD)

7. สถานที่ดำเนินการ

แปลง 4 และห้องปฏิบัติการโรคพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์หันตรา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

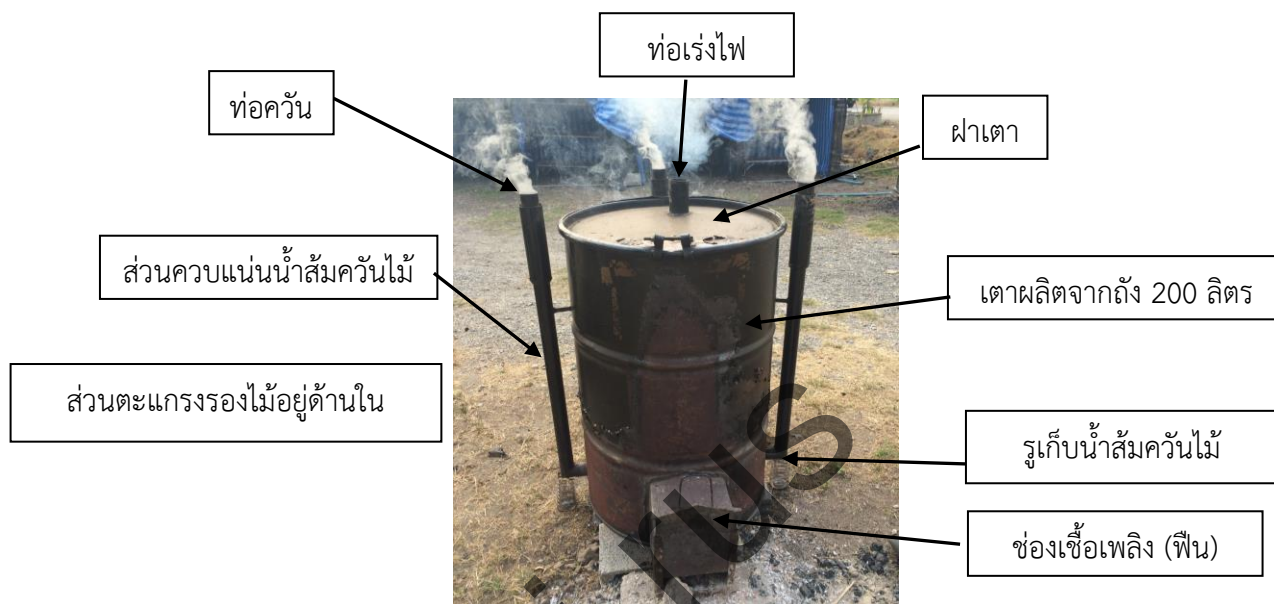
8. ระยะเวลาในการดำเนินการ

เริ่มการทดลองในเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือน กันยายน พ.ศ. 2558 ขยายเวลาถึง กันยายน 2559

ผลและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 ศึกษากระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้

ขั้นตอนกระบวนการเผาถ่านเก็บน้ำส้มควันไม้



ภาพที่ 13 ส่วนประกอบของเตาเผาถ่าน

การเลือกพื้นที่ ควรเป็นพื้นที่โล่ง ห่างจากบ้านเรือน 50-100 เมตร จะมีหลังคาคลุมหรือไม่มีก็ได้ และบริเวณนั้นควรมีต้นไม้มาก ๆ เพื่อดูดซับควันที่เกิดจากการเผาถ่าน

การเตรียมไม้ผืน ควรใช้พื้หนาด ตัดไว้แล้วมากกว่าครึ่งเดือน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 นิ้ว ความยาวประมาณ 65 เซนติเมตร แล้วแยกไม้ออกเป็น 3 ขนาดคือ เล็ก กลาง ใหญ่ เพื่อความสะดวกในการเรียงไม้

การเรียงไม้ลงเตา นำไม้ท่อนเล็กบรรจุลงก่อนที่ส่วนด้านล่างของเตา โดยให้ปลายไม้ชี้ลง เนื่องจากด้านบนของเตาจะมีความร้อนสูงกว่าด้านล่างของเตา การเรียงไม้ลักษณะนี้จะทำให้ไม้เป็นถ่านพร้อมกัน แล้วนำไม้ขนาดใหญ่กว่าไว้บริเวณกลาง และไม้ที่มีท่อนใหญ่สุดจะไว้ใกล้กับปากเตา เพราะเป็นบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงที่สุด หากมีพื้นที่ด้านบนเหลือให้นำพื้หนาท่อนสั้นมาใส่ให้เต็ม เมื่อไม้เต็มเตาแล้วให้นำฝาลงมาปิด และรัดฝาลงให้แน่น (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 การบรรจุและเรียงไม้ที่ต้องการเผาในเตา

เริ่มกระบวนการเผา

จุดไฟหน้าเตา ใช้เชื้อเพลิงแห้ง เช่น เศษหญ้า ฟาง กิ่งไม้เล็กๆ จุดไฟที่หน้าเตาบริเวณปากเตา โดยใช้เชื้อเพลิงที่ละน้อย ปล่อยให้ไอความร้อนค่อย ๆ สะสมในตัวเตา (ภาพที่ 15)



ภาพที่ 15 การจุดไฟหน้าเตา

ช่วงไล่ความชื้น ช่วงไล่ความชื้นออกจากเนื้อไม้ โดยใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิงที่ค่อย ๆ ใส่ บริเวณหน้าเตา ซึ่งจะใช้เชื้อเพลิงไม่มาก จะใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง อาจจะมากหรือน้อยกว่านั้น ขึ้นอยู่กับว่าไม้พื้น ตัวเตา มีความชื้นมากหรือน้อยเพียงใด (ภาพที่ 16)



ภาพที่ 16 ลักษณะควันในช่วงการไล่ความชื้น

ช่วงเตาติด ช่วงแรกควันจะมีสีขาวปนเทา เมื่อใส่เชื้อเพลิงไปเรื่อย ๆ จนความชื้นใกล้หมด ไม้ในเตาเริ่มลุกติดไฟทั้งหมด ควันจะเริ่มมากขึ้นพุ่งออกมาจากปลายปล่องอย่างแรงจนเห็นได้ชัด ภาษาคนเผาถ่านเรียกว่า “ควันบ้ำ” ซึ่งแสดงว่าเตาติดแล้วให้หยุดใส่เชื้อเพลิงหน้าเตาหรือป้อนเชื้อเพลิงที่ยังคงค้างอยู่ที่หน้าเตาให้หมดอีกประมาณ 10 - 20 นาที และหยุดใส่เชื้อเพลิงหน้าเตา เปลี่ยนมาเป็นควบคุมอากาศบริเวณช่องใส่เชื้อเพลิง (ฟืน) หน้าเตาแทน (ภาพที่ 17)



ภาพที่ 17 การหรี่หน้าเตาให้เหลือ 1 ใน 4 และการเก็บน้ำส้มควันไม้

กระบวนการทำถ่านให้บริสุทธิ์ เข้าสู่ช่วงที่ 3 เป็นกระบวนการทำถ่านให้บริสุทธิ์ เมื่อควันเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ให้เปิดหน้าเตาออกประมาณครึ่งหนึ่งของหน้าเตา (ภาพที่ 18) เพื่อให้อากาศเข้ามากขึ้นเป็นการเริ่มอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว จนควันเปลี่ยนเป็นสีฟ้าอ่อนหรือทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที มากหรือน้อยกว่านั้นขึ้นอยู่กับขนาด ชนิดและอายุของไม้

การทำให้อุณหภูมิของถ่านสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจะทำให้ทาร์หรือน้ำมันดินที่ค้างอยู่ในเนื้อไม้ไหม้ และออกไปทางปล่องควัน ช่วงนี้จะต้องได้รับการดูแลเป็นพิเศษเพราะหากควบคุมไม่ดีอาจเป็นถ่านมากเกินไป



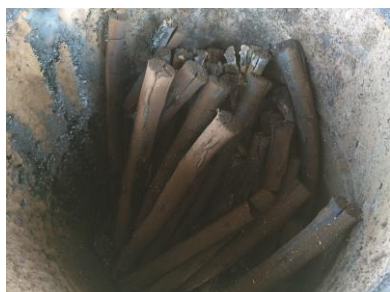
ภาพที่ 18 การเปิดหน้าเตาขึ้น 50% เพื่อให้ถ่านบริสุทธิ์

การปิดเตา เมื่อถ่านไม้ในเตาลูกติดไฟหมดแล้ว ควันเริ่มมีสีฟ้าจะจางลงจนเป็นควันใส โดยสังเกตที่ระยะ 10 เซนติเมตร เหนือปากปล่องจะมองเห็นควันที่สามารถมองควันทะลุเห็นปากปล่องด้านในได้และค่อย ๆ ไล่ปิดปล่องทีละปล่อง โดยเริ่มจากปล่องเร่งด้านบนและสังเกตสีของปล่องควันด้านข้างอีก 3 ปล่อง ควันมีลักษณะเป็นควันใสจึงเริ่มปิดปล่องควันด้านข้างก่อนเป็นปล่องควันที่ 1 และปล่องควันที่ 2 ตามลำดับที่มีลักษณะใส ด้วยกระป๋องน้ำอัดลมที่ตัดครึ่งใส่ดินเหนียว คงเหลือไว้ 1 ปล่องควัน และปิดช่องใส่เชื้อเพลิงหน้าเตา โดยใช้ดินเหนียวอุดเพื่อป้องกันอากาศเข้าไปทำปฏิกิริยากับถ่านในเตา รอปล่องควันที่ปล่องที่ 3 ใส ทิ้งไว้อีกประมาณ 30 - 45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิเตาลดลงในระดับหนึ่ง และให้แก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ในเตาออกบริเวณทางปล่องที่ 3 แล้วจึงปิดปล่องที่ 3 (ภาพที่ 19) จากนั้นทิ้งไว้หนึ่งคืน หรืออย่างน้อย 6 - 8 ชั่วโมง เพื่อให้ถ่านดับสนิทและเย็นลง



ภาพที่ 19 การปิดเตา

การเปิดเตา ให้เริ่มจากการเปิดที่ปากปล่องหรือผาด้านบนก่อน เพื่อให้ไล่อากาศที่ค้างอยู่ในเตาค่อย ๆ ลำเลียงถ่านไม้ออกมาวางตากไว้ในที่โล่งประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อป้องกันไม่ให้ถ่านลูกติดไฟแล้ว จึงค่อยนำไปบรรจุ (ภาพที่ 20)



ภาพที่ 20 การเปิดเตาและการเก็บถ่าน

จากการศึกษากระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้ จากไม้ 4 ชนิด คือ กะลามะพร้าว ไม้ไผ่ ไม้ยูคาลิปตัส และไม้สะเดา พบว่า การผลิตน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ และไม้ยูคาลิปตัส สามารถเก็บน้ำส้มควันไม้ได้นานที่ 5 หลังจากที่ควันบ่าออก กะลามะพร้าวสามารถเก็บน้ำส้มควันไม้ได้นานที่ 10 หลังจากที่ควันบ่าออก ส่วนสะเดาจะใช้เวลานานที่สุดจึงสามารถเก็บน้ำส้มควันไม้ได้นานที่ 20 หลังจากที่ควันบ่าออก

การทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา

จากการทดลองการใช้น้ำส้มควันไม้ 4 ชนิด (กะลามะพร้าว ไม้ไผ่ ยูคาลิปตัส และสะเดา) ที่ระดับความเข้มข้นที่ 6 ระดับความเข้มข้น คือ คือ 0 3000 5000 10000 15000 และ 20000 ppm เพื่อหาชนิดและความเข้มข้นที่เหมาะสมในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* พบว่าการใช้น้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าว ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 5000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี 0.00 เซนติเมตร รองลงมา ยูคาลิปตัสที่ระดับความเข้มข้น 20000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 1) ส่วนการใช้น้ำส้มควันไม้ 4 ชนิดที่ 6 ระดับความเข้มข้น น้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าวมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 5000 ppm สามารถยับยั้งเชื้อได้ 100 เปอร์เซ็นต์ รองมา ยูคาลิปตัส มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่ระดับความเข้มข้น 20000 ppm สามารถยับยั้งเชื้อได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไม้ไผ่และสะเดา มีแนวโน้มว่าเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของน้ำส้มควันไม้ให้สูงขึ้น สามารถลดการเจริญของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ได้ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสร้อยยา (2555) ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารชีวภัณฑ์ในการควบคุมเชื้อรา *Colletotrichum* spp. โดยทดสอบประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ 2 ชนิด ได้แก่ น้ำส้มควันไม้ยูคาลิปตัส และน้ำส้มควันไม้สะเดา โดยผสมในอาหารเลี้ยงเชื้อพีดีเอ พบว่าน้ำส้มควันไม้ยูคาลิปตัสมีประสิทธิภาพดีกว่าน้ำส้มควันไม้สะเดา (ตารางที่ 2) (ภาพที่ 21-24)

ตารางที่ 1 ผลของน้ำส้มควันไม้ 4 ชนิด ที่ระดับเข้มข้น 6 ระดับ ต่อความยาวเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ภายหลังการเชื้อเชื้อ 3 วัน

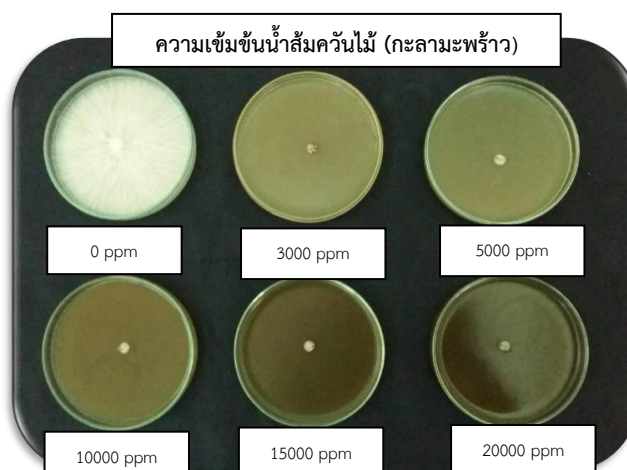
ระดับความเข้มข้น (ppm.)	ความยาวเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี (เซนติเมตร)			
	ชนิดน้ำส้มควันไม้			
	กะลามะพร้าว	ไม้ไผ่	ยูคาลิปตัส	สะเดา
0	9.00 ^m	9.00 ^m	9.00 ^m	9.00 ^m
3000	2.77 ^d	6.47 ^{jk}	5.62 ^{ij}	8.12 ^m
5000	0.00 ^a	6.10 ^j	4.05 ^{hi}	7.55 ^l
10000	0.00 ^a	3.72 ^{gh}	3.70 ^{gh}	6.95 ^{kl}
15000	0.00 ^a	2.85 ^e	3.35 ^g	3.00 ^f
20000	0.00 ^a	2.42 ^c	0.00 ^a	2.30 ^b
C.V. (%)	6.19			

ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างสถิติ ($p \leq 0.01$)

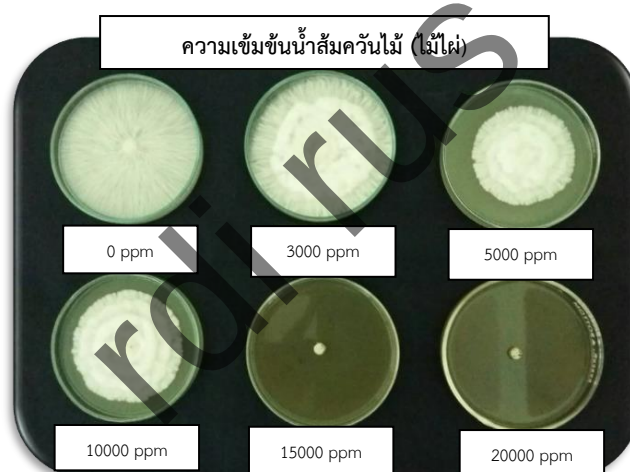
ตารางที่ 2 ผลของน้ำส้มควันไม้ 4 ชนิด ที่ระดับเข้มข้น 6 ระดับ ต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ภายหลังการเชื้อเชื้อ 3 วัน

ระดับความเข้มข้น (ppm.)	การยับยั้งการเจริญของเชื้อ (%)			
	ชนิดน้ำส้มควันไม้			
	กะลามะพร้าว	ไม้ไผ่	ยูคาลิปตัส	สะเดา
0	0.00 ^m	0.00 ^m	0.00 ^m	0.00 ^m
3000	69.13 ^{cb}	28.05 ⁱ	37.40 ^d	9.67 ^l
5000	100.00 ^a	32.20 ⁱ	54.97 ^g	16.05 ^k
10000	100.00 ^a	58.57 ^{fg}	58.85 ^{fg}	22.75 ^j
15000	100.00 ^a	68.30 ^d	62.75 ^{ef}	66.60 ^{de}
20000	100.00 ^a	73.03 ^{bc}	100.00 ^a	74.45 ^b
C.V. (%)	5.87			

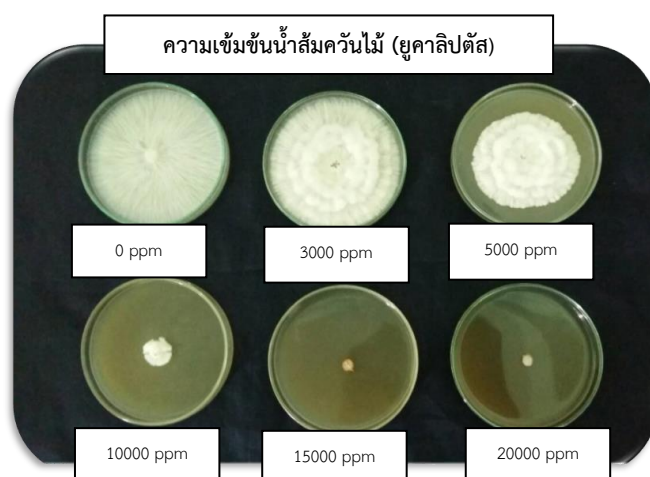
ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง แตกต่างกันอย่างสถิติ ($p \leq 0.01$)



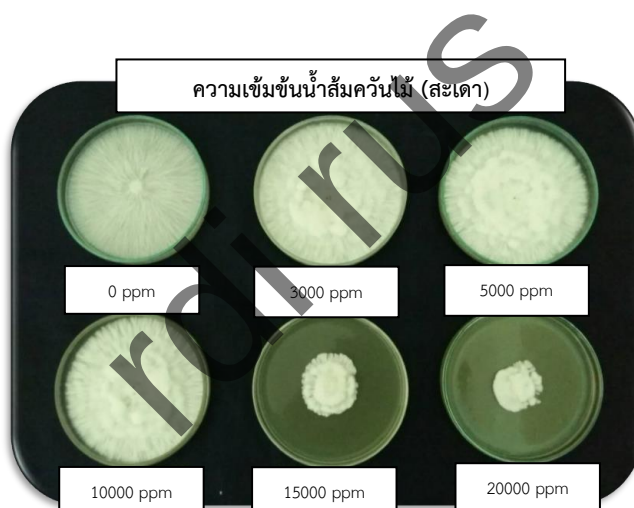
ภาพที่ 21 ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sacc. ของน้ำส้มคว้นไม้จากกะลามะพร้าวที่ 6 ระดับความเข้มข้น



ภาพที่ 22 ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sacc. ของน้ำส้มคว้นไม้จากไม้ไผ่ที่ 6 ระดับความเข้มข้น



ภาพที่ 23 ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sacc. ของน้ำท่วมขังไม้จากยูคาลิปตัสที่ 6 ระดับความเข้มข้น



ภาพที่ 24 ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sacc. ของน้ำท่วมขังไม้จากสะเดาที่ 6 ระดับความเข้มข้น

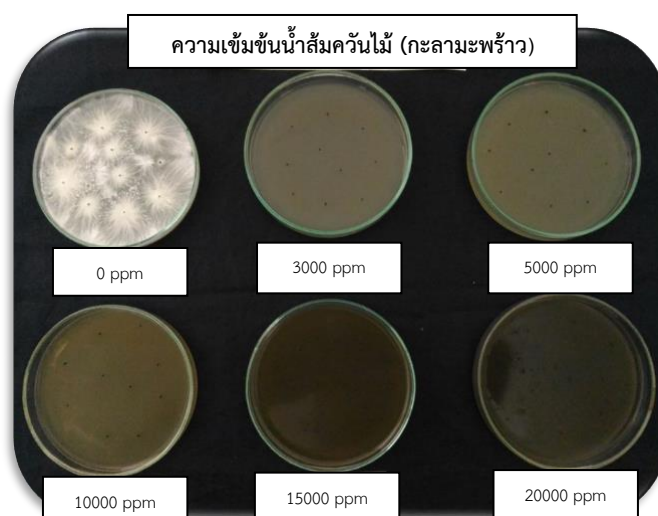
การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของส้มควันไม้ในการยับยั้งการงอกของเมล็ดสเคลอโรเทียม

จากการทดลองการใช้น้ำส้มควันไม้ 4 ชนิด (กะลามะพร้าว ไม้ไผ่ ยูคาลิปตัส และสะเดา) ที่ระดับความเข้มข้นที่ 6 ระดับความเข้มข้น คือ 0 3000 5000 10000 15000 และ 20000 ppm โดยนำเมล็ดสเคลอโรเทียมที่มีอายุ 7 วัน บนจานเลี้ยงเชื้อจานละ 10 เม็ด เพื่อศึกษาชนิดและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการยับยั้งการงอกของเมล็ด *sclerotium* ของเชื้อ *Sclerotium rolfsii* Sacc. พบว่า การใช้น้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าวที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 3000 ppm สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ด *sclerotium* ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือยูคาลิปตัส ความเข้มข้นตั้งแต่ 5000 ppm ขึ้นไป สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ด *sclerotium* ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้น้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่และสะเดาที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 15000 ppm ขึ้นไปสามารถยับยั้งได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 3) (ภาพที่ 25-28)

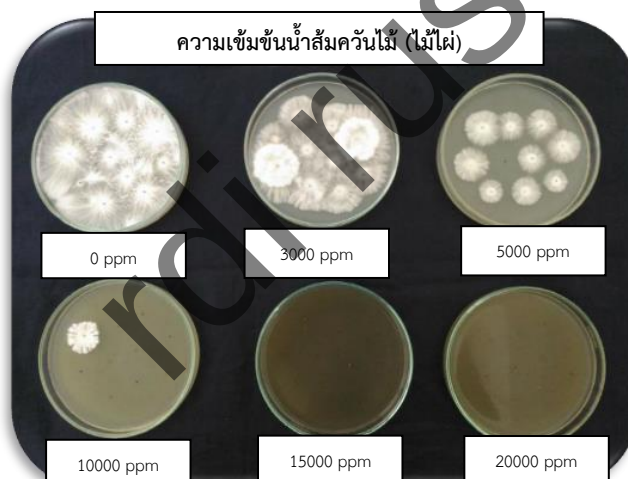
ตารางที่ 3 ผลของน้ำส้มควันไม้ 4 ชนิด ที่ระดับเข้มข้น 6 ระดับ ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดสเคลอโรเทียม ภายหลังการเชื้อเชื้อ 3 วัน

ระดับความเข้มข้น (ppm.)	การยับยั้งการงอกของเมล็ดสเคลอโรเทียม (%)			
	ชนิดน้ำส้มควันไม้			
	กะลามะพร้าว	ไม้ไผ่	ยูคาลิปตัส	สะเดา
0	0.00 ^g	0.00 ^g	0.00 ^g	0.00 ^g
3000	100.00 ^a	15.00 ^e	55.00 ^c	0.00 ^g
5000	100.00 ^a	7.50 ^f	100.00 ^a	0.00 ^g
10000	100.00 ^a	92.50 ^b	100.00 ^a	17.50 ^d
15000	100.00 ^a	100.00 ^a	100.00 ^a	100.00 ^a
20000	100.00 ^a	100.00 ^a	100.00 ^a	100.00 ^a
C.V. (%)	18.25			

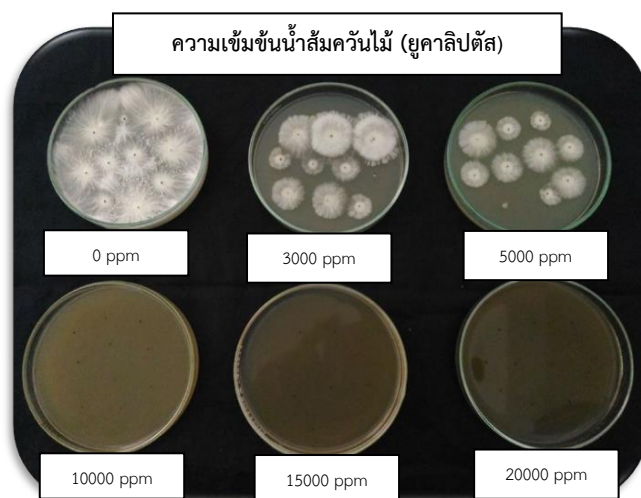
ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง แตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.01$)



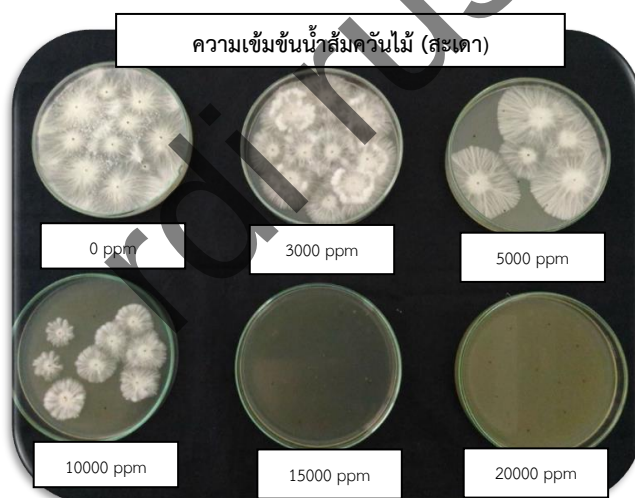
ภาพที่ 25 ประสิทธิภาพการยับยั้งการงอกเม็ดสเคลอโรเทียมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sacc. ของน้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าวที่ 6 ระดับความเข้มข้น



ภาพที่ 26 ประสิทธิภาพการยับยั้งการงอกเม็ดสเคลอโรเทียมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sacc. ของน้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ที่ 6 ระดับความเข้มข้น



ภาพที่ 27 ประสิทธิภาพการยับยั้งการงอกเม็ดสเคลอโรเทียมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sacc. ของน้ำส้มควันไม้จากยูคาลิปตัสที่ 6 ระดับความเข้มข้น



ภาพที่ 28 ประสิทธิภาพการยับยั้งการงอกเม็ดสเคลอโรเทียมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sacc. ของน้ำส้มควันไม้จากสะเดาที่ 6 ระดับความเข้มข้น

สรุป

จากการทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา และการทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของส้มควันไม้ในการยับยั้งการงอกของเมล็ดสเคลอโรเทียม เพื่อศึกษาชนิดและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการงอกของเมล็ด sclerotium ของเชื้อ *Sclerotium rolfsii* Sacc. พบว่า การใช้น้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าวได้ผลดีที่สุด ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 5000 ppm ขึ้นไปสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และ ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 3000 ppm ขึ้นไปสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดสเคลอโรเทียมได้ 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การใช้น้ำส้มควันไม้จากยูคาลิปตัส ส่วนการใช้น้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่และสะเดา สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของน้ำส้มควันไม้สูงขึ้น เมื่อนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้ง 2 การทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2558. ข้อมูลเนื้อที่เพาะปลูกมะเขือเทศบริโภคผลสด. ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านการเกษตร. [Online] Available : <http://production.doae.go.th/old>. (20 กันยายน 2558)
- กรุง สีตะธนี. 2537. การปลูกมะเขือเทศในฤดูกาลต่างๆ. วารสารข่าวงานวิจัยและเทคโนโลยี 13(5) : 1-6 กุมภาพันธ์.
- กรุง สีตะธนี. 2543. การปลูกมะเขือเทศ. ใน การประชุมโต๊ะกลม เรื่อง การวิจัยและพัฒนามะเขือเทศเพื่ออุตสาหกรรม. น 1-8 ณ โรงแรมสกลแกรนด์พาเลซ สกลนคร.
- กองโรคพืชและจุลชีววิทยา. 2535. คู่มือป้องกันกำจัดโรคพืชด้วยสารเคมี. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ: กองโรคพืชและจุลชีววิทยากรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กองนโยบายเทคโนโลยีเพื่อการเกษตรและเกษตรกรรมยั่งยืน. 2551. องค์ความรู้และภูมิปัญญาของศูนย์การเรียนรู้ปราชญ์ชาวบ้าน. สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- เกียรติศักดิ์ สุตะพรม. 2548. อุปสงค์น้ำส้มควันไม้ในฟาร์มเกษตรอินทรีย์ของจังหวัดยโสธร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- จานุลักษณ์ ขนบดี. 2541. การผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 183 น.
- จันทิมา ชั่งสิริพร และจตุรนต์ สันตกิจ. 2555. การผลิตน้ำส้มควันไม้คุณภาพสูง. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา.
- จิระเดช แจ่มสว่าง. 2534. การควบคุมโรครากและลำต้นเน่าของมะเขือเทศซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sacc. โดยชีววิธี.
- จิระพงษ์ คหูกาญจน์. 2550. คู่มือการผลิตถ่านและน้ำส้มควันไม้. สำนักพิมพ์เกษตรกรรมธรรมชาติ. กรุงเทพมหานคร. 80 น.
- ณัฐมา เฉลิมแสน ยรรยง เฉลิมแสน และธัญรัตน์ จาริ. 2553. การใช้น้ำส้มควันไม้ผสมผงถ่านในอาหารสุกรหลังหย่านม. ในรายงานประชุมวิชาการครั้งที่ 48 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาสัตว.
- ถวิลจิต อินจันทร์. ม.ป.ป. ไม้. [Online] Available : <http://e-learning.shc.ac.th/shcbotanical/botanical-garden/149.htm> [2558, มกราคม 10]
- ธนวัตร กันแสงแก้ว. 2551. การศึกษาคุณสมบัติของไม้ยูคาลิปตัสที่ปลูกในภาคตะวันออกเพื่อใช้ประโยชน์ในงานก่อสร้าง. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

น้ำทิพย์ รัตนวรรณ. 2552. ความเป็นไปได้การใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารเติมเพื่อปรับปรุงคุณภาพและป้องกันเชื้อราในการผลิตยางแผ่นและยางแท่ง. วิทยานิพนธ์. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเคมี). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บ้านจอมยุทธ. มปป. ไม้ Bamboo. หน้าบ้านจอมยุทธ. [Online] Available : http://www.baanjommyut.com/library_2/extension-2/bamboo/01.html [2557, ตุลาคม 12]

บุญแสน เตียนกุลธรรม. มปป. น้ำส้มควันไม้. [Online] Available http://www.clinictech.most.go.th/online/pages/techlist_display.asp?tid=1310 [2559, มกราคม 04].

ประพาส วีระแพทย์, อรุณีจันทร์สนธิ, สุรีย์ สุขพันธุ์โพธาราม, กรองกาญจน์เจียมกนกชัย, สงบ ไชยมงคล และกันตทิพจร. 2520. การสำรวจและศึกษาโรคสำคัญ ๆ ของชาวสาละ ตรีดิเคส์ บาเลย และโอต, น. 69-70. ใน รายงานผลการคนควาวิจัยกองแผนงาน กองการชาวกรมวิชาการ เกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

พิมพ์ภัสรา ทัพพะวาสน และ สุชินันท์ พุกขพัฒน์รักษ์. (ม.ป.ป.). การศึกษาการใช้น้ำส้มควันไม้เพื่อเพิ่มคุณภาพของยางแผ่น. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พุดินันท์ พึ่งวงศ์ญาติ. 2545. น้ำส้มควันไม้ จากเตาเผาถ่าน. เทคโนโลยีชาวบ้าน. 15(301) : 31-32. มงคล ต๊ะอูน. 2549. การประยุกต์ใช้น้ำส้มควันไม้เพื่อการผลิตพืช. ศูนย์บริการวิชาการ. 14(3): 6-10 น. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2550. การใช้สารสกัดจากสะเดาเพื่อฆ่าแมลงศัตรูพืช.[online].

Available : <http://web.ku.ac.th/agri/sadao2/Main-Sadao.htm> [12 มิถุนายน 2558].

ยรรยง เฉลิมแสน และสุขุมวัฒน์ พิระพันธุ์. 2549. ประสิทธิภาพน้ำส้มควันไม้ในการอารักขาพืช. รายงานผลการวิจัย งบประมาณผลประโยชน์ ปี 2549. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ลานนา พิษณุโลก, จังหวัดพิษณุโลก.

รวิวรรณ เต็มขันมณี . 2542. ผลของน้ำมันหอมระเหยต่อเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sacc. น. 78-82. ใน การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติครั้งที่ 4 (เทคโนโลยีการอารักขาพืชใน ทศวรรษหน้า). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ลิขิต และคณะทำงาน KM. สะเดา (Neem). สารธรรมชาติจากพืช. สำนักงานเกษตรจังหวัด พระนครศรีอยุธยา.

วิรัช คงขำ และทรงพล สุโพธิ์. มปป. โรคลำต้นเน่าหรือโคนเน่าขาว. กรมส่งเสริมการเกษตร.

[Online] Available: <http://www.agriqua.doae.go.th/plantclinic/Clinic/plant/peanut/stem.htm> [2557, มีนาคม 09].

วิลาลินี แสงนาค และ สรัญญา ณ ลำปาง. 2553. ประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากต้นยูคาลิปตัสและสะเดาในการควบคุมเชื้อรา. วารสารเกษตร 26 : 213 – 222.

ศุภลักษณ์ ฮอกะวัด. 2536. โรคผักตระกูลพริกและมะเขือเทศ. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น,ขอนแก่น. 249 น.

ศิริวรรณ ทิพรักษ์ . 2551. ผลของน้ำส้มควันไม้ และปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105.วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น,ขอนแก่น.

ศุภลักษณ์ แป้นเพชร และ สมพิศ เดชทอง. 2550. ผลของกรดน้ำส้มควันไม้ ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัสสำหรับปราบหอยเชอรี่. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ : นครสวรรค์ 112 หน้า.

สรัญญา วิลยะเสวี. 2555. ใช้น้ำส้มควันไม้ยูคาลิปตัสควบคุมเชื้อราที่ด้านสารกำจัดเชื้อรา. สังกัดภาควิชาภูมิวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุธาทิพ ภูมิประวัตติ. 2552. มะเขือเทศราชินี. นิตยสารหมอชาวบ้าน. บทความ. เล่มที่: 359 เดือน/ปี: มีนาคม 2552.

สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. 2557 ก. ยูคาลิป. กลุ่มสมุนไพรไผ่ไผ่หรือหม่าแมลง. [Online]. Available: http://www.rspg.or.th/plants_data/herbs/herbs_25_2.htm [2557, เมษายน 21].

สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. 2557 ข. สะเดา (สะเดาไทย). กลุ่มยาแก้ไข้ ลดความร้อน. [Online]. Available: http://www.rspg.or.th/plants_data/herbs/herbs_09_15.htm [2557, เมษายน 22].

สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน). 2555 . Phylum Basidiomycota. โครงการจัดทำบัญชีรายการทรัพยากรชีวภาพรา. [Online]. Available: <http://app1.bedo.or.th/FungiSS/db/view.asp?id=6-0006&RN=6> [2557, มีนาคม 03].

สำนักถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2550. เอกสารเผยแพร่พลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงานเพื่อเศรษฐกิจที่พอเพียง, กรกฎาคม 2550.

- โสรธร. 2555. บทสรุปขั้นตอนการเผาถ่าน เตาเผาถ่านถังน้ำมัน 200 ลิตร. การเผาถ่าน. [Online]
Available: <http://www.bansuanporpeang.com/node/19545> [2557, ตุลาคม 10].
- หมอดินเกษตรกรไทย. 2550. น้ำส้มควันไม้. เอกสารเพื่อการถ่านทอดเทคโนโลยี ชุมภูมิปัญญา.
สำนักนิเทศและการถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์.
- Agrios, N.G. 1997. Plant Pathology. 4th ed. Academic Press. New York.
- Aycock, R. 1996. Stem root and other diseases caused by *Sclerotium rolfsii*. (The status
of Rolf, s fungus after 70 years. Technical Bulletin. North Carolina. Agricultural
Experiment Station No. 174, 202 pp.
- Baimark, Y. and N. Niamsa. 2009. Study on wood vinegars for use as coagulating and
antifungal agents on the production of natural rubber sheets . Biomass and
Bioenergy.,33:994-998.
- Brown, M.F., D.A. Kinden and R. Fanp. 1970. Ultrastructur of sclerotia of *Sclerotium
rolfsii* Sacc. Abstract of Phytopathology. 60: 1286.
- Chalermisan, Y and S. Peerapan. 2009. Wood-Vinegar : by product from rural charcoal
kiln and its roles in plant protection. Asian Journal of food and Ago-Industry,
ISSN 1906 – 3040.
- Domsch, K.H., Gams, W., & Anderson, T.H. 1980. Compendium of Soil Fungi. New York:
Academic Press.
- Duamkhanmanee, R. and A. Sa-ing, 2014 Effect of the Wood Vinegar to Inhibit the
Mycelial Growth of Phytopathogenic Fungi: *Curvularia lunata*, *Bipolaris
maydis*, *Pyricularia grisea* and *Fusarium semitectum* In : Technology and
Innovation towards ASEAN). July 23-25, 2014. Rajamangala University of
Technology, varnabhumi, Phra Nakhon Si Ayutthaya.
- Fry, W.E. 1982. Principles of plant disease management. Academic Press, Inc. NewYork.
377 p.
- Guangyuan, Xu. 2003. "Pesticide Composition". China. Pat 1452870 Nov. 5, 2003.
- Holliday, P. 1980. Fungus Diseases of Tropical Crops. Cambridge University, Cambridge.
607 p.

- Icochea, T. 1996. Comparative Studies with *Sclerotium coffeicolum* and *S. rolfsii*. Ph.D. Dissertation North.
- Inoue S, T. Hata, Y. Imamura and D. Meier. 2000. Components and anti-fungal efficiency of wood-vinegar-liquor prepped under different carbonization conditions. *Wood Res* 87: 34-6.
- Nakajima, S., M. Tsuji, K. Iwasaki, T. Yoshida, and Y. Fukumoto. 1993. Effect of wood vinegars on the growth of tomato, eggplant, and muskmelon seedlings. *Research Reports of the Kochi University, Agricultural Science* Vol. 42: 59-68.
- Punja, Z.K. 1985. The biology, ecology and control of *Sclerotium rolfsii* Sacc. *Annu. Rev. Phytopathology*. 23: 97-127.
- Qiuxing, Jin. 2000. Wood Vinegar, process for extracting wood vinegar and its usage. China. Pat 1254510 May 31, 2000.
- Schwartz, H.F. and Mohan, S.K. 1995. *Compendium of Onion and Garlic Diseases*. Minnesota: APS Press, St. Paul. p. 54.
- Tadakutsu, Mitsukura., Kazuhiro Yamamoto and Mayumi, Hamada. 2004. "Repellant and Deodorant by Polymer Bag Containing Wood Vinegar Jelly". Japan. Pat 2004-083545 Mar.18, 2004.
- Tiilikala, k., I. Lindqvist, M. Hangner, H. Setälä and D. Perdakis 2011. Use of Botanical Pesticides in Modern Plant Protection. M. Soytcheva (Eds.), *Pesticides in the Modern World-Pesticides Use and Management*. In Tech. www.intechopen.com
- Tiilikala, K., L. Fageraes and J. Tiilikala. 2010. History and use of wood pyrolysis liquids as biocide and plant protection product. *The Open Agriculture Journal*. 2010: 4.111-118.
- Velmurugan, N., S.S. Han, and Y. S. Lee 2009. Antifungal Activity of Neutralized Wood Vinegar with Water Extracts of *Pinus densiflora* and *Quercus serrata* Saw Dusts. *International Journal of Environmental Research*. 3(2) 167-176.

- Yatagai, M., and G. Unrinin. 1989. By-products of wood carbonization. VI. Germination and growth effects of wood vinegar components and their homologs on plant seeds - alcohols and phenols. *Journal of the Japan Wood Research Society* Vol. 35: 1021-1028.
- Yoshimoto, T. 1994. Present status of wood vinegar studies in Japan for agricultural usage. *Special Publication - Taichung District Agricultural Improvement Station* : 811-820.

rdi rus

ภาคผนวก

rdi rus

ตารางผนวกที่ 1 วิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางโคนีเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* (เซนติเมตร) ภายหลังการเปียเชื้อ 3 วัน

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	Prob
Factor A	3	228.308	76.103	0.0000
Factor B	5	614.396	122.879	0.0000
AB	15	108.920	7.261	0.0000**
Error	72	5.275	0.073	
Total	95	956.900		

Coefficient of Variation: 6.19%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 2 วิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ภายหลังการเปียเชื้อ 3 วัน

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	Prob
Factor A	3	28215.177	9405.059	0.0000
Factor B	5	75837.858	15167.572	0.0000
AB	15	13455.964	897.064	0.0000**
Error	72	654.758	9.094	
Total	95	118163.756		

Coefficient of Variation: 5.87%

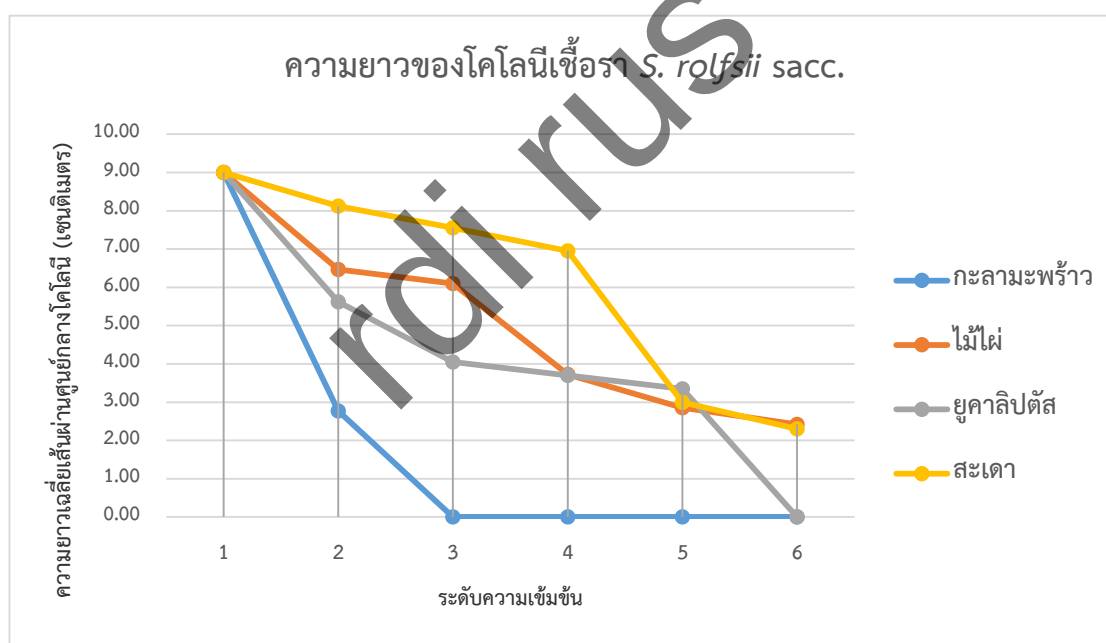
** หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 3 วิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอกของเมล็ดสเคลอโรเทียม

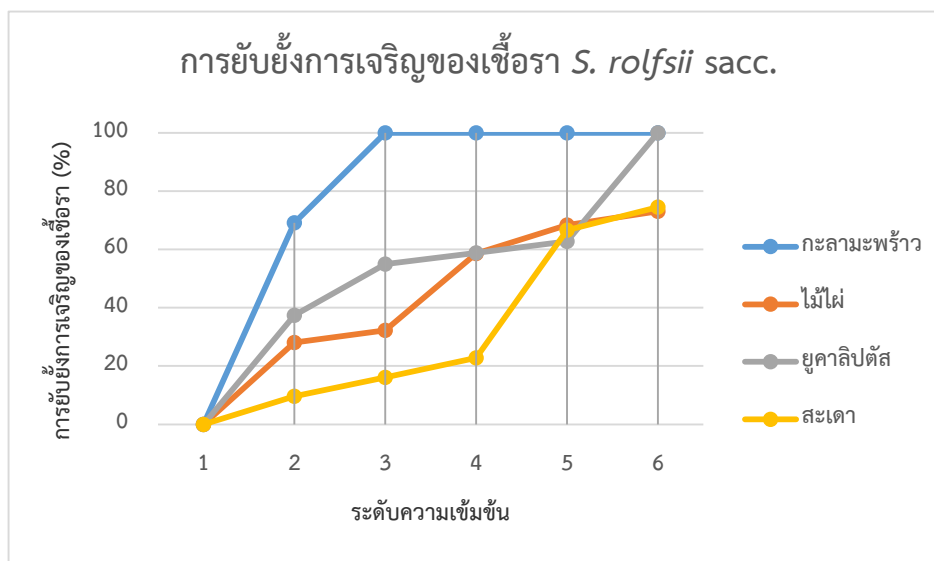
Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	Prob
Factor A	3	33594.792	11198.264	0.0000
Error	12	1745.833	145.486	
Factor B	5	119280.208	23856.042	0.0000
AB	15	47023.958	3134.931	0.0000**
Error	60	7679.167	127.986	
Total	95	209323.958		

Coefficient of Variation: 18.25%

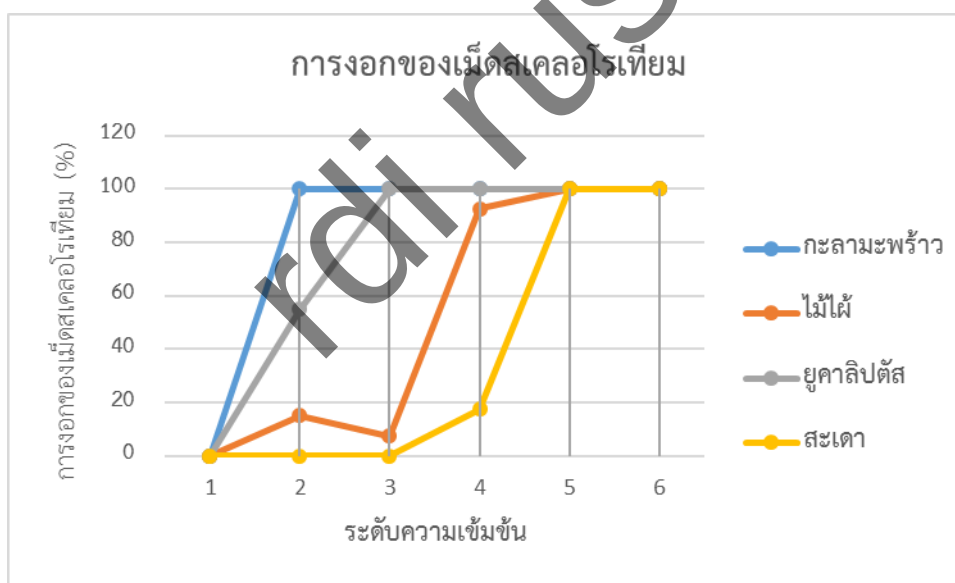
** หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %



ภาพผนวกที่ 1 ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sacc.



ภาพผนวกที่ 2 เปอร์เซ็นต์ (%) การยับยั้งการเจริญเส้นใยเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sacc.



ภาพผนวกที่ 3 เปอร์เซ็นต์ (%) การงอกของเม็ดสเคลอโรเทียมงอก