



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

โรคพืช

โรคพืช

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ชีววิทยา การเข้าทำลาย ระบาดวิทยา และการถ่ายทอดผ่านเมล็ดของเชื้อรา

Phaeophleospora destructans (M.J.Wingf. & Crous) Crous, F.A. Ferreira & B. Sutton

สาเหตุโรคใบไหม้ของยูคาลิปตัส

Biology, Infection, Epidemiology and Seed Transmission of *Phaeophleospora*

destructans (M.J.Wingf. & Crous) Crous, F.A. Ferreira & B. Sutton, the Fungal Pathogen

of Eucalyptus Leaf Blight

นามผู้วิจัย นางสาวจันจิรา อายะวงศ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์สมศิริ แสงโชติ, Ph.D.)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัตติยา พงศ์พิสุทธา, Ph.D.)

กรรมการ

(อาจารย์อุทัยวรรณ แสงวนิช, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์ณรงค์ สิงห์บุระอุดม, M.S.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อากงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ชีววิทยา การเข้าทำลาย ระบาดวิทยา และการถ่ายทอดผ่านเมล็ดของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* (M.J.Wingf. & Crous) Crous, F.A. Ferreira & B. Sutton สาเหตุโรครูปไหม้
ของยูคาลิปตัส

Biology, Infection, Epidemiology and Seed Transmission of *Phaeophleospora destructans*
(M.J.Wingf. & Crous) Crous, F.A. Ferreira & B. Sutton, the Fungal Pathogen of
Eucalyptus Leaf Blight

โดย

นางสาวจันจิรา อายะวงศ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
พ.ศ. 2550

จันจิรา อายะวงศ์ 2550: ชีววิทยา การเข้าทำลาย ระบาดวิทยา และการถ่ายทอดผ่านเมล็ดของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* (M.J.Wingf. & Crous) Crous, F.A. Ferreira & B. Sutton สาเหตุโรคใบไหม้ของยูคาลิปตัส ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาโรคพืช ภาควิชาโรคพืช ปรธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์สมศิริ แสงโชติ, Ph.D. 79 หน้า

การสำรวจโรคใบไหม้ของยูคาลิปตัสชนิดต่างๆ ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *P. destructans* ได้ดำเนินการใน 8 จังหวัด คือ ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี สระแก้ว กาญจนบุรี ชลบุรี ระยอง นครราชสีมา และเลย พบว่าเชื้อราทำให้เกิดแผลสีเหลืองบนใบซึ่งต่อมาเปลี่ยนเป็นใบไหม้และร่วง และพบอาการของโรคเกิดรุนแรงที่สุดในช่วงฤดูฝนที่ อ. ด่านซ้าย จ. เลย การประเมินความรุนแรงของโรคในแปลงสายต้น ที่ อ. ท่าตะเกียบ จ. ฉะเชิงเทรา จำนวน 19 สายต้น พบว่า สายต้น A2, A3 และ KS1 มีความต้านทานมากที่สุด (0.0%) และสายต้น SI1 และ A5 มีความอ่อนแอต่อโรคมก (83.3%)

เชื้อรา 10 isolates มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ใกล้เคียงกันในทุก isolate คือ สร้าง pycnidia ที่มีขนาดเฉลี่ย $92 \times 83.8 \mu\text{m}$ ใ้ผิวใบยูคาลิปตัส และปล่อย spore masses เป็นสายสีน้ำตาลดำออกมาทางปากใบ conidia รูปร่างเรียวยาวและโค้งงอ ขนาดเฉลี่ย $42.9 \times 2.4 \mu\text{m}$ การทดสอบทางสรีรวิทยานอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิด คือ Potato Dextrose Agar (PDA), Carrot Agar (CA), V8-Agar (V8A) และ Malt Extract Agar (MEA) พบว่า เชื้อรา *P. destructans* เจริญงอกโดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางโคโคนีเฉลี่ยสูงสุดบนอาหาร PDA เท่ากับ 2.90 ซม. และสร้างสปอร์ได้สูงสุดบนอาหาร CA เฉลี่ยเท่ากับ 2.12×10^6 สปอร์/มล. ที่ 25°C อายุ 60 วัน การทดสอบอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราบนอาหาร PDA และ CA ที่ 4 ระดับ คือ 15, 20, 25 และ 30°C พบว่าเชื้อราเจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 25°C บนอาหารทั้ง 2 ชนิด การงอกของสปอร์บนอาหาร water agar หลังจากบ่มเชื้อไว้ 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.08 % และบนผิวใบยูคาลิปตัสในโรงเรือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 80% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.03 % การปลูกเชื้อลงบนใบกล้ายูคาลิปตัสในโรงเรือน พบว่า สปอร์ของเชื้อราออก germ tube เข้าสู่พืชทางปากใบ และพบอาการของโรคหลังการปลูกเชื้อประมาณ 2 สัปดาห์ การเกิดโรคใบไหม้จากเชื้อรา *P. destructans* ใน *E. camaldulensis* และลูกผสม จำนวน 6 สายต้นในโรงเรือน พบว่า สายต้น ST2 และ S4 ต้านทานต่อโรคปานกลาง มีค่าดัชนีของการเกิดโรคเท่ากับ 31.25, 31.25 % และสายต้น S2 อ่อนแอต่อโรคปานกลาง มีค่าดัชนีของการเกิดโรคคือ 72.9 % การตรวจสอบการเข้าทำลายและถ่ายทอดโรคในเมล็ด โดยวิธีการ blotter และ agar method ไม่พบการเข้าทำลายและการถ่ายทอดของเชื้อรา *P. destructans* จาก ผลสุ่มเมล็ด และจากเมล็ดสุ่มต้นกล้า

Chanjira Ayawong 2007: Biology, Infection, Epidemiology and Seed Transmission of *Phaeophleospora destructans* (M.J.Wingf. & Crous) Crous, F.A. Ferreira & B. Sutton, the Fungal Pathogen of Eucalyptus Leaf Blight. Master of Science (Agriculture), Major Field: Plant Pathology, Department of Plant Pathology. Thesis Advisor: Associate Professor Somsiri Sangchote, Ph.D. 79 pages.

Survey on leaf blight of *Eucalyptus* spp. caused by *P. destructans* was conducted in 8 provinces including Chachoengsao, Prachin Buri, Sa Kaeo, Kanchanaburi, Chon Buri, Rayong, Nakhon Ratchasima, and Loei. *P. destructans* produces light yellowed lesions on the infected leaves and later, causes leaf blight and defoliation. The highest disease severity was shown during rainy season on *E. camaldulensis* in Dan Sai district, Loei province. Natural infection by the fungus on 19 clones in Tha takhiab district, Chachoengsao, showed that clone A2, A3 and KS1 were highly resistant (0.0%) whereas SI1 and A5 were susceptible to the disease (83.3%).

The 10 isolates of *P. destrucans* were consistent in thei morphological characteristics. They produced substomatal pycnidia of the size 92 x 83.8 µm. These pycnidia produced conidial mass which protruded through stomata as cirri. Conidia were curved and filiform shape of the size 42.9 x 2.4 µm. Physiological studies showed that growth of *P. destructans* on four media including Potato Dextrose Agar (PDA), Carrot Agar (CA), V8-Agar (V8A) and Malt Extract Agar (MEA) was rather slow. At 25°C, PDA was the most suitable media for mycelial growth; the average colonial diameter was 2.9 cm. CA was the best for conidial production; conidia concentration on this medium was 2.12×10^6 spore/ ml within 60 days. Optimal temperature for the fungal growth was tested on PDA and CA at 15°C, 20°C, 25°C and 30 °C. It was found that 25°C was the optimal temperature for the fungus on both media. After 12 hours of incubation at ambient temperature, conidial germination on water agar was 8.08 %. On leaf surface of the seedling growing in the greenhouse with >80% relative humidity, conidial germination was 5.03 %. The conidial germ tubes penetrated through stomata of infected leaves and caused symptoms around two weeks later. Susceptibility of 6 clones of *E. camaldulensis* and its hybrids to *P. destructans* was evaluated. After two weeks of inoculation in the greenhouse, clone ST2 and S4 were moderately resistant and S2 was moderately susceptible with the disease indexes at 31.25, 31.25 and 72.9 %, respectively. The transmissions of this pathogen from fruit to seed and seed to seedling were investigated using blotter and agar methods and the results revealed no occurrence of infection and transmission.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สมศิริ แสงโชติ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัตยา พงศ์พิสุทธา กรรมการสาขาวิชาเอก อาจารย์ ดร. อุทัยวรรณ แสงวนิช กรรมการสาขาวิชารอง ที่กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนให้คำปรึกษาในการเรียน การทำวิทยานิพนธ์ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ และ รศ. รอ. ชัยวัฒน์ กิตติกุล ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คุณกฤษณา พงษ์พานิช คุณวินันท์ดา หิมะมาน และบุคลากรในกลุ่มงานจุลชีววิทยาป่าไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืชทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนการสนับสนุนด้านสถานที่ เครื่องมือและอุปกรณ์ในการศึกษาทดลอง

ขอขอบคุณ คุณธิดิ วิสารัตน์ สถานีวิจัยสะแกกราช คุณจิตติพร สายมณี บริษัท สยามฟอเรสทรี จำกัด คุณสมชาย ธรรมรักษ์เจริญ บริษัทสยามทรีดีเวลลอปเม้นท์ และคุณสมพงศ์ เกตุพุด สวนป่าลาดกระทิง (บริษัทไม้อัดไทย จำกัด) ที่ให้การสนับสนุนกล้าไม้สำหรับการทดลองและอำนวยความสะดวกในการศึกษาวิจัย ขอขอบคุณคุณปัญญาศรี รัชญะภู ที่ให้คำปรึกษาแนะนำช่วยเหลือ ตลอดจนเพื่อน พี่ น้องผู้ที่มีได้กล่าวนามในที่นี้ที่ให้ความช่วยเหลือในการทดลองจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่ คุณพ่อจันทร์คำ อายะวงศ์ คุณแม่จันทร์ดี อายะวงศ์ และนายวิจิตร อายะวงศ์ น้องชาย ที่เป็นกำลังใจในการสนับสนุนการศึกษา และความช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา

จันทร์จิรา อายะวงศ์

พฤษภาคม 2550

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	23
ผลและวิจารณ์	30
สรุปและข้อเสนอแนะ	66
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	68
ภาคผนวก	72
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	79

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	โรคของยูคาลิปตัสในระยะต่างๆ และเชื้อราสาเหตุที่สำรวจพบในประเทศไทย	8
2	เชื้อราที่ติดไปกับเมล็ดพันธุ์ยูคาลิปตัส (<i>Eucalyptus</i> spp.) ในประเทศไทย	10
3	ลักษณะอาการที่พบจากการสำรวจโรคใบไหม้ยูคาลิปตัสจากพื้นที่ในจังหวัดต่างๆ	33
4	ระดับคะแนนของโรคตามเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวใบที่เสียหายจากโรคใบไหม้ (% Infected area)	43
5	ผลการประเมินความรุนแรงของโรคใบไหม้จากเชื้อรา <i>Phaeophleospora destructans</i> ในแปลงทดสอบยูคาลิปตัส จำนวน 19 สายต้น ที่ปลูกใน อ. ท่าตะเกียบ จ. ฉะเชิงเทรา	45
6	ขนาดของ conidia และ pycnidia ของเชื้อรา <i>Phaeophleospora destructans</i> สาเหตุโรคใบไหม้ยูคาลิปตัสที่แยกได้จากพื้นที่ต่างๆ	49
7	ปริมาณการสร้างสปอร์ของเชื้อรา <i>Phaeophleospora destructans</i> บนอาหารชนิดต่างๆ คือ PDA CA V8A และ MEA ที่อุณหภูมิ 25 °C อายุ 60 วัน ในที่มีดตลอดการทดลอง	55
8	ค่าดัชนีของการเกิดโรคใบไหม้ที่ปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา <i>Phaeophleospora destructans</i> ในสภาพโรงเรือน ที่ระยะเวลา 60 วัน	64
 ตารางผนวกที่		
1	ตารางแสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา <i>P. destructans</i> ทดสอบบนอาหาร 2 ชนิด ที่ระดับอุณหภูมิ 15 20 25 และ 30 °C	73

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
2	เปอร์เซ็นต์ความงอกของสปอร์เชื้อรา <i>Phaeophleospora destructans</i> บนอาหาร WA และใบยูคาลิปตัส	74
3	อุณหภูมิและความชื้นในสภาพโรงเรือนตั้งแต่เริ่มการปลูกเชื้อแล้วคลุมด้วยถุงพลาสติก เป็นเวลา 5 วัน (วันที่ 12 ก.ค. - 16 ก.ค. 49) แล้วจึงเอาถุงพลาสติกออก จนกระทั่งสังเกตพบอาการของโรค (25 ก.ค. 2549)	75
4	เชื้อราสาเหตุโรคทางใบชนิดอื่นๆ ที่พบจากการประเมินความรุนแรงของโรคใบไหม้ในพื้นที่ อ. ท่าตะเกียบ จ. ฉะเชิงเทรา	77

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะอาการใบจุดและเชื้อสาเหตุ <i>Aulographina eucalypti</i>	12
2	อาการที่เกิดจากเชื้อรา <i>Cryptosporiopsis eucalypti</i> และลักษณะของเชื้อรา	14
3	เชื้อรา <i>Cylindrocladium</i> sp. และอาการโรคใบไหม้	15
4	ลักษณะของเชื้อรา <i>Phaeophleospora destructans</i> และอาการใบไหม้ยูคาลิปตัส	17
5	ลักษณะอาการใบจุดที่เกิดจากเชื้อรา <i>Mycosphaerella</i> sp. และลักษณะของเชื้อรา	18
6	ลักษณะอาการของโรคใบไหม้ยูคาลิปตัสในพื้นที่ อ. สนามชัยเขต จ. ฉะเชิงเทรา A. อาการบนใบกล้าไม้ อายุ 6 เดือน B. - D. ขนาดของต้นที่ตรวจพบการเกิดโรค และอาการบริเวณส่วนยอดของต้น อายุ 4 ปี ในสภาพแปลงปลูก ดำรงไว้ในเดือน มิถุนายน 2549	35
7	ลักษณะอาการใบไหม้ในยูคาลิปตัสลูกผสม อายุ 4 ปี ในพื้นที่ อ. ท่าตะเกียบ จ. ฉะเชิงเทรา ดำรงในช่วงเดือนตุลาคม 2549	36
8	อาการของโรคใบไหม้ของ <i>Eucalyptus camaldulensis</i> ในพื้นที่ อ. ศรีมหาโพธิ์ จ. ปราจีนบุรี จากแปลงที่ปลูกบนคันนา อายุ 3 ปี ดำรงในเดือนกุมภาพันธ์ 2549	37
9	อาการใบไหม้ยูคาลิปตัสลูกผสม ในพื้นที่ อ. พนมทวน จ. กาญจนบุรี ดำรงใน เดือนมีนาคม 2549	38
10	อาการโรคใบไหม้บนใบ <i>Eucalyptus urophylla</i> ในพื้นที่ สถานีวนวัฒนวิจัย- สระแกราช อ. วังน้ำเขียว จ. นครราชสีมา ดำรงในช่วงเดือนตุลาคม 2548	39
11	อาการโรคใบไหม้และใบร่วงรุนแรงในพื้นที่ อ.ด่านซ้าย จ. เลย พบอาการโรค ในช่วงเดือน กันยายน 2549	40
12	ตัวอย่างโดยรวมทั้งต้นของยูคาลิปตัสที่แสดงอาการโรคใบไหม้จาก <i>Phaeophleospora destructans</i> จากแปลงปลูกยูคาลิปตัส อายุ 4 ปี ที่ทำการ ประเมินการเกิดโรคใน อ. ท่าตะเกียบ จ. ฉะเชิงเทรา แบ่งตามลักษณะอาการใน ระดับต่างๆ	46
13	ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา <i>Phaeophleospora destructans</i> bar = 10 μ m	48

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
14	ลักษณะกลุ่มสปอร์สีน้ำตาลดำของเชื้อรา <i>Phaeophleospora destructans</i> บริเวณผิว ด้านใต้ใบของ (A) <i>E. urophylla</i> และ (B) <i>E. camaldulensis</i> ซึ่งเป็นตัวอย่างใบจาก แปลงปลูก อ. วังน้ำเขียว จ. นครราชสีมา และ (C) ลักษณะของ pycnidia ที่ฝังอยู่ใต้ ผิวพืช 50
15	ลักษณะการปล่อยกลุ่มของสปอร์ (A) ของเชื้อรา <i>Phaeophleospora destructans</i> ออกมาทางปากใบ (B) 51
16	ลักษณะต่างๆ ของเชื้อรา <i>Phaeophleospora destructans</i> 52
17	ลักษณะโคโลนีและการสร้างสปอร์บนอาหารของเชื้อรา <i>Phaeophleospora</i> <i>destructans</i> 53
18	ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา <i>Phaeophleospora destructans</i> อายุ 60 วัน บนอาหาร สังเคราะห์ 4 ชนิด คือ CA PDA V8A และ MEA บ่มไว้ในที่มีดลดการทดลอง ที่อุณหภูมิ 25 °ซ 54
19	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี (เซนติเมตร) ของเชื้อรา <i>Phaeophleospora</i> <i>destructans</i> บนอาหาร CA PDA V8A และ MEA อุณหภูมิ 25 °ซ ที่ระยะ 15 30 45 และ 60 วัน ในที่มีดลดการทดลอง 55
20	ปริมาณการสร้างสปอร์ของเชื้อรา <i>Phaeophleospora destructans</i> บนอาหาร 4 ชนิด คือ CA PDA V8A และ MEA เมื่อบ่มไว้ในที่อุณหภูมิ 25 °ซ ในที่มีดลดการ ทดลอง เป็นระยะเวลา 60 วัน 56
21	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี (เซนติเมตร) ของเชื้อรา <i>Phaeophleospora</i> <i>destructans</i> อายุ 60 วัน เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 15 20 25 และ 30 °ซ ในที่มีด ลดการทดลอง 57
22	ปริมาณการสร้างสปอร์ของเชื้อรา <i>Phaeophleospora destructans</i> บนอาหารวุ้น CA และ PDA เมื่อทดสอบที่อุณหภูมิ 15 20 25 และ 30 °ซ เป็นระยะเวลา 60 วัน ในที่มีดลดการทดลอง 57

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
23	เปรียบเทียบการงอกของสปอร์ของเชื้อรา <i>Phaeophleospora destructans</i> บนอาหาร WA และบนผิวใบ
24	ลักษณะการงอกของสปอร์ของเชื้อรา <i>P. destructans</i> และการแทงเส้นใยเข้าสู่พืชทางปากใบ ภายใต้สภาพชื้นตลอดเวลา
25	ลักษณะอาการของโรคใบไหม้ของยูคาลิปตัสที่เกิดจากการปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา <i>Phaeophleospora destructans</i> ความเข้มข้น 3.2×10^5 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ในโรงเรือนเพาะชำ
ภาพผนวกที่	
1	อุณหภูมิและความชื้น ในช่วงระยะเวลาดังแต่การปลูกเชื้อลงบนใบกล้ายูคาลิปตัส จนถึงระยะที่พืชแสดงอาการของโรค

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

μm = micron/ micrometer

PDA = Potato Dextrose Agar

CA = Carrot Agar

MEA = Malt Extract Agar

ชีววิทยา การเข้าทำลาย ระบาดวิทยาและการถ่ายทอดผ่านเมล็ดของเชื้อรา

Phaeophleospora destructans (M.J.Wingf. & Crous) Crous, F.A. Ferreira &

B. Sutton สาเหตุโรคใบไหม้ของยูคาลิปตัส

Biology, Infection, Epidemiology and Seed Transmission of *Phaeophleospora*

destructans (M.J.Wingf. & Crous) Crous, F.A. Ferreira & B. Sutton,

the Fungal Pathogen of Eucalyptus Leaf Blight

คำนำ

ยูคาลิปตัสเป็นไม้เศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศโดยเฉพาะชนิด *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. ใช้น้ำมันในอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ เป็นวัสดุสำหรับก่อสร้าง เชื้อเพลิง อุตสาหกรรมไม้อัด เฟอร์นิเจอร์ และไม้ซีก เป็นต้น สามารถเจริญเติบโตและปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดีในเกือบทุกภาคของประเทศไทย ข้อมูลขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) รายงานว่าในปี 2003 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัสประมาณ 443,000 เฮกเตอร์ (2,768,750 ไร่) คิดเป็น 9.0 % ของพื้นที่ป่าปลูกทั้งประเทศ (FAO, 2005) มีความต้องการใช้ไม้เพื่อทำเยื่อและกระดาษกว่า 3.6 ล้านตัน ผลิตรกระดาษสำหรับใช้ภายในประเทศและส่งออก นำรายได้เข้าประเทศ ในปีพ.ศ. 2543 ถึง 2547 พบว่า ความต้องการใช้ไม้และเยื่อกระดาษมีมากขึ้นจาก 1.1 ล้านตัน เพิ่มขึ้นเป็น 4.0 ล้านตัน ตามลำดับ และมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้นต่อไปในอนาคต ในขณะที่ไม้ยูคาลิปตัสยังคงถูกคุกคามด้วยโรคอย่างต่อเนื่อง เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการขาดแคลนวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการทำไม้และผลิตเยื่อ รวมถึงการเกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ

ปัญหาจากการบุกรุกทำลายป่าและสถานการณ์การขาดแคลนไม้ป่าธรรมชาติ ภาครัฐได้มีการทดสอบและส่งเสริมให้ปลูกไม้โตเร็วที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะ *E. camaldulensis* ซึ่งให้ผลในการเจริญเติบโตดีกว่ายูคาลิปตัสสายพันธุ์อื่นๆ การส่งเสริมให้ปลูกสำหรับเป็นไม้ใช้สอยในครัวเรือนมีมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 ต่อมาปีพ.ศ. 2527 ภาคเอกชนได้เริ่มเข้าพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมสำหรับการปลูกป่าเป็นพื้นที่ใหญ่เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมทำไม้และเยื่อกระดาษ

ยูคาลิปตัส เป็นพืชที่มีคุณสมบัติทนต่อความแห้งแล้ง เจริญเติบโตได้รวดเร็วแม้ในพื้นที่ ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ สามารถขยายพันธุ์ได้ง่ายและทำได้ในปริมาณมาก โดยเฉพาะวิธีการเพาะเลี้ยง เนื้อเยื่อพืช เมื่อนำไปปลูกเป็นพื้นที่ใหญ่ จะทำให้ได้ผลผลิตไม้ที่มีลักษณะคุณภาพเท่าเทียมกัน ผลผลิตที่ได้มีความสม่ำเสมอ ด้วยวิธีการนี้เป็นการนำเอาต้นต่อที่มาจากแหล่งเดียวหรือใช้ลูกผสมที่เกิดจากพ่อแม่พันธุ์ผสม เป็นผลให้ยูคาลิปตัสมีฐานพันธุกรรมแคบ ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดการระบาดของโรคจากเชื้อสาเหตุโรคที่มีอยู่ในพื้นที่และเชื้อที่อาจเกิดขึ้นใหม่หรือถูกนำเข้ามานั้น (Kaimowitz, 2003) การแพร่ระบาดเกิดเป็นวงกว้างและมีความเสี่ยงสูงยิ่งขึ้นเมื่อมีการเคลื่อนที่ของกิ่งพันธุ์หรือเมล็ดพันธุ์ไปสู่พื้นที่ใหม่ ซึ่งอาจเกิดปัญหาและส่งผลเสียหายในอนาคตได้

โรคใบไหม้ของยูคาลิปตัส (*Phaeophleospora* leaf blight) มีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* (M.J.Wingf. & Crous) Crous, F.A. Ferreira & B. Sutton เป็นโรคที่สำรวจพบครั้งแรกและเริ่มมีรายงานใน ปี ค.ศ. 1996 (Wingfield, 1996) ทำให้เกิดความเสียหายแก่ *E. grandis* ทั้งในระยะกล้าไม้และแปลงปลูกในเขต North Sumatra ประเทศอินโดนีเซีย โดยแสดงอาการใบไหม้ ใบจุด ใบร่วง การเจริญเติบโตลดลง เป็นสาเหตุทำให้ต้นไม้อ่อนแอ ผลผลิตไม้ลดลง และเป็นผลให้เกิดโรคอื่นๆ ตามมา เชื้อราสามารถเข้าทำลายใบยูคาลิปตัสในแปลงปลูกได้ตั้งแต่อายุ 1-3 ปี ใบที่เป็นโรครุนแรงจะเกิดอาการไหม้ ใบอ่อนบิดเบี้ยว ใบร่วงก่อนกำหนด ปี ค.ศ. 2002 พบเข้าทำลายแปลงปลูก ยูคาลิปตัสในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยโดยแสดงอาการใบไหม้ใบร่วง รุนแรง ต่อมาพบเข้าทำลาย *E. urophylla* ในติมอร์ตะวันออกและเวียดนาม ตามลำดับ ในช่วงปี 2003-2004 มีการสำรวจพบการเข้าทำลายยูคาลิปตัสในแปลงปลูกหลายพื้นที่ของประเทศไทย (Andjic, 2005) แต่ไม่พบการเกิดโรคจากเชื้อรา *P. destructans* กับยูคาลิปตัสซึ่งเป็นพืชประจำถิ่นในประเทศออสเตรเลีย

การแพร่ระบาดที่กระจายไปสู่ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมไปถึงประเทศจีนภายในช่วงเวลาไม่กี่ปี ทำให้โรคนี้ถูกจัดให้เป็นโรคที่มีความเสี่ยงทางเศรษฐกิจในระดับปานกลางถึงรุนแรง ตัวอย่างเช่น การกักกันไม้ท่อนยูคาลิปตัสจากประเทศในแถบอเมริกาได้ก่อนนำเข้าประเทศสหรัฐอเมริกา สำหรับประเทศไทยโรคนี้ทำความเสียหายให้แก่แปลงปลูก *E. camaldulensis* และยูคาลิปตัสสายพันธุ์อื่น ๆ ที่เป็นลูกผสม พบอาการใบจุด ใบไหม้ ใบร่วง แต่เนื่องจากเป็นโรคใหม่ที่มีการสำรวจพบได้ไม่นาน ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางชีววิทยา ของเชื้อรายังมีน้อยและต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจถึงกระบวนการและกลไกการเข้าทำลายของเชื้อราที่จะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้คัดเลือกเพื่อปรับปรุงพันธุ์ยูคาลิปตัสให้ต้านทานต่อโรคทั้งในระยะกล้าและสภาพแปลง

ปลูก นอกจากนี้การประเมินความเสียหายที่เกิดจากโรคใบไหม้ยูคาลิปตัส โดยการศึกษาทางด้านระบาดวิทยาของเชื้อราและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของต้นไม้จะช่วยให้สามารถวัดผลกระทบที่เกิดจากโรคได้ เป็นประโยชน์ต่อการจัดการโรคทั้งในสภาพโรงเรือนและแปลงปลูกต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจการเกิดโรคใบไหม้ของยูคาลิปตัสในพื้นที่ภาคต่างๆ
2. ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา สรีรวิทยา และลักษณะการเข้าทำลายของเชื้อรา

Phaeophleospora destructans

3. ศึกษาความรุนแรงของโรค และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคใบไหม้ของยูคาลิปตัส
4. ศึกษาการถ่ายทอดเชื้อจากผลสุ่มเถิดและจากเมล็ดสู่ต้นกล้า

การตรวจเอกสาร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ยูคาลิปตัสชนิดที่นิยมปลูกในประเทศไทยมากที่สุด คือ *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. ซึ่งมีชื่อสามัญ เช่น River red gum, Red gum, Murray red gum, River gum จัดอยู่ในวงศ์ (family) Myrtaceae, subgenus Symphyomyrtus พืชในวงศ์นี้มีจำนวนมากกว่า 700 ชนิด เป็นไม้พื้นเมืองของประเทศออสเตรเลีย นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลาย สามารถเจริญเติบโตได้ในดินเกือบทุกประเภท ขึ้นได้ดีในประเทศแถบอบอุ่น หรือเขตร้อนถึงเขตกึ่งร้อน ทนต่ออุณหภูมิร้อนจัดสูงสุด 45°C หนาวจัดต่ำสุด -5°C ทนต่อความแห้งแล้ง 6-8 เดือนและทนน้ำท่วมขัง 2-3 เดือน *E. camaldulensis* สามารถพบได้ที่ความสูงตั้งแต่ 0 - 600 เมตรจากระดับน้ำทะเลและในพื้นที่ซึ่งมีปริมาณน้ำฝน 200-1,200 มิลลิเมตรต่อปี (มนตรีและคณะ, 2534 ; ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน, 2548)

E. camaldulensis เป็นต้นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูง 24-50 เมตร ความโตทางลำต้นมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.9-2.1 เมตร รูปทรงสูง เปลือกตรง มีกิ่งก้านน้อย ในระยะกล้าไม้ ใบมีลักษณะเป็น ใบเดี่ยว ออกเป็นคู่ตรงข้าม เรียงสลับกัน 3-4 คู่ ใบอ่อนลักษณะรูปไข่หรือรูปใบหอก สีเขียวปนเทา ใบแก่เรียงสลับ ใบยาวรูปหอก มีขนาด $2.5 - 12 \times 0.3 - 0.8$ นิ้ว สีเขียวอ่อนทั้ง 2 ด้าน บางครั้งมีสีเทา ใบบาง ห้อยลง เส้นใบมองเห็นได้ชัด เนื้อใบละเอียดค่อนข้างหนา ผิวเกลี้ยง ท้องใบมีคราบสีขาวของปากใบ เส้นใบทำมุม 40-50 องศา กับเส้นขนานใบ ผิวเปลือกเรียบ เป็นมัน สีเทา สลับขาวและน้ำตาลแดง เปลือกนอกพองแฉะจะแตกลอนลอกออกเมื่อแห้ง เป็นแผ่นหลุดออกจากผิวของลำต้น หนาประมาณ 0.5 cm คล้ายเปลือกลำต้นฝรั่ง ช่อดอกจะออกดอกรวมกันเป็นช่อกลมสีขาวหรือเหลืองอ่อน เกิดตรงข้อต่อระหว่างกิ่งกับใบ ก้านดอกเรียวยาว 0.25 - 0.6 นิ้ว และมีก้านดอกย่อยแตกออกไปอีก 5-10 ดอก ก้านดอกยาวประมาณ 0.2-0.5 นิ้ว ออกดอกเกือบตลอดปี ปีละ 7 - 8 เดือน ผลมีลักษณะรูปครึ่งวงกลมหรือรูปถ้วย ขนาด 0.2-0.3 นิ้ว ผิวนอกแข็ง สีเขียวถึงสีน้ำตาล ผลเมื่อแก่จะแตกออก ปล่อยเมล็ดที่อยู่ภายในร่วงหล่นออกมา เมล็ดมีขนาดเล็กประมาณ 1.0 มิลลิเมตร สีเหลือง เมล็ดจำนวน 1 กรัม มีประมาณ 743 เมล็ด ลักษณะเนื้อไม้เป็นไม้แก่นสีน้ำตาล หรือน้ำตาลแดง กระจุกสีน้ำตาลอ่อน เนื้อไม้แน่น ละเอียด เสี้ยนสน (Interlocked grain) และเป็นลูกคลื่น มีความแข็งแรงทนทานและต้านทานต่อการทำลายของปลวก หลังจากตัดฟันตามแนวยาวขนานลำต้นมักเกิดการโค้งงอเมื่อฝังให้แห้ง เนื้อไม้แตกร้าวได้ง่าย เปลือกนอกหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร

เป็นไม้ยืนต้นที่มีลำต้นขนาดใหญ่ ลำต้นตรง สูงประมาณ 24-50 เมตร ในสภาพแห้งเนื้อไม้มีความถ่วงจำเพาะอยู่ระหว่าง 0.6 – 0.9 น้ำหนักสูง 900-1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เนื้อไม้มีความแข็งแรงสูง 828 กิโลกรัม (มนตรีและคณะ, 2534)

การปลูกยูคาลิปตัสเพื่อการค้า ควรปลูกในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 400 มิลลิเมตรต่อปี แต่ไม่ควรเป็นบริเวณที่ฝนตกชุก หรือมีความชุ่มชื้นสูงและเป็นที่ชื้นแฉะอยู่เสมอ (ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน, 2548) ยูคาลิปตัสสามารถปรับตัวได้ดีในดินทุกประเภทเช่น ดินเหนียว ดินทราย ดินร่วนปนทราย ดินลูกรัง ดินหินปูน และดินเค็ม โดยดินที่สามารถเติบโตได้ดีควรเป็นดินค่อนข้างเป็นกรดโดยมีค่า pH ประมาณ 5-6 สามารถเจริญเติบโตได้ตั้งแต่ในที่ริมน้ำ ที่ราบน้ำท่วมบางระยะในรอบปี แม้แต่ดินที่เป็นทรายและมีความแห้งแล้งติดต่อกันเป็นเวลานาน พื้นที่ดินเลวที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 650 มิลลิเมตรต่อปี รวมทั้งพื้นที่ที่มีดินเค็ม ดินเปรี้ยว แต่จะไม่ทนต่อดินที่มีปริมาณหินปูนสูง

การใช้ประโยชน์จากยูคาลิปตัส

การใช้ประโยชน์ยูคาลิปตัสในประเทศไทย สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งโดยตรงและทางอ้อม ดังต่อไปนี้

ประโยชน์โดยตรง

1. เป็นวัตถุดิบสำคัญในอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ ไม้ยูคาลิปตัสสามารถแปรรูปทำเยื่อไม้ยูคาลิปตัส โดยไม้ท่อนยูคาลิปตัส 4.5 ต้น ผลิตเยื่อไม้ได้ 1 ต้น เยื่อไม้ให้สารพวกเซลลูโลส (ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน, 2548) ซึ่งนำไปใช้ทำเส้นใยเรยอนและทำผ้าแทนเส้นใยฝ้ายและปุยขนได้อีกด้วย เยื่อไม้ยูคาลิปตัส 1 ต้น ผลิตเยื่อกระดาษได้ประมาณ 1 ต้น เยื่อไม้ยูคาลิปตัสมีคุณสมบัติเด่น คือ มีความฟูสูง และมีความทึบแสง ประกอบกับไฟเบอร์มีความแข็งแรงเหมาะต่อการใช้ทำกระดาษพิมพ์เขียวประเภทต่างๆ ได้ (พสุธา, 2542; ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน, 2548)

2. ใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างทั่วไป สำหรับเป็นโครงสร้างบ้านเรือนใช้ทำไม้เสาและไม้เสาเข็มขนาดเล็ก ใช้ต่อเรือ ใช้ทำหมอนรถไฟ เป็นไม้ค้ำยัน ไม้แปรรูปเหลี่ยมขนาดต่างๆ รวมทั้งเป็นไม้ส่วนประกอบเช่น ฝาและพื้นอาคาร ทำเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งมีความแข็งแรงทนทานปานกลาง

(ไพบูลย์, ม.ป.ป.) ซึ่งไม้ยูคาลิปตัสเป็นวัตถุดิบที่มีข้อได้เปรียบกว่าผลิตภัณฑ์ไม้ชนิดอื่นๆ คือสามารถประทับตรา หรือระบุว่าเป็นไม้จากสวนป่าและไม่ทำลายป่า (พสุธา, 2542)

3. ประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ไม้เช่นทำไม้อัด ไม้อัดซีเมนต์ หีบ ลัง ไม้ปาร์เก้ ไฟเบอร์บอร์ด ปาร์ติเกิลบอร์ด ไม้ประสานและไม้ประกบ เนื้อไม้มีความคงทนต่อการทำลายของปลวกได้ดี ความหนาแน่น 980 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (พสุธา, 2542)

4. ใช้ในด้านพลังงานเชื้อเพลิงในรูปฟืนและถ่าน เมื่อเนื้อไม้แห้งดีแล้วเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณค่าสูงโดยพบว่าไม้ยูคาลิปตัสขนาด $5 \times 4 \times 3$ เซนติเมตร จำนวน 500 กรัม (ไพบูลย์, ม.ป.ป.) เมื่อนำไปเผาไฟให้ปริมาณความร้อน 4,800 แคลอรีต่อกรัม ถ่านไม้ยูคาลิปตัสให้พลังงานความร้อน 7,400 แคลอรีต่อกรัม ซึ่งให้ความร้อนใกล้เคียงกับถ่านไม้โกงกาง ซึ่งจัดว่าเป็นถ่านไม้ชั้นดีที่สุด (พิจิตร, 2546)

ประโยชน์โดยทางอ้อม

1. รากของไม้ยูคาลิปตัสจะมีเชื้อราไมคอร์ไรซาชนิดต่างๆ อาศัยอยู่ เป็นตัวช่วยดูดธาตุฟอสฟอรัสให้กับต้นยูคาลิปตัสได้มากขึ้น ช่วยให้ต้นไม้เจริญเติบโตดี และปรับปรุงดินเสื่อมให้มีคุณภาพดีขึ้น ในฤดูฝนเชื้อไมคอร์ไรซาจะสร้างดอกเห็ดโผล่เหนือพื้นดิน เพื่อแพร่กระจายพันธุ์ คนจึงเก็บดอกเห็ดเหล่านี้ไปบริโภคหรือจำหน่าย บางแห่งพบว่า มีเห็ดเกิดขึ้นใต้ต้นยูคาลิปตัสมากมาย ซึ่งเรียกว่า เห็ดยูคา ซึ่งมีอยู่หลายชนิด เช่น เห็ดเสม็ด เห็ดไข่ เห็ดระโงกขาว เป็นต้น บางชนิดสามารถรับประทานได้

2. การเลี้ยงผึ้ง ดอกยูคาลิปตัสมีน้ำหวานล่อแมลงมาผสมเกสรและดูดเอาน้ำหวานไปสร้างรวงผึ้ง ไม้ยูคาลิปตัสมีดอกปีละ 7 – 8 เดือนหรือเกือบตลอดปี จึงเป็นประโยชน์มากสำหรับการเลี้ยงผึ้ง น้ำผึ้งที่ได้จากดอกไม้ยูคาลิปตัสมีรสชาติและคุณภาพดีเหมือนกับน้ำผึ้งที่ได้จากดอกไม้ชนิดอื่นๆ (ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน, 2548)

3. ช่วยทำให้ฝนตกและช่วยทำให้เกิดความสมดุลตามธรรมชาติ เช่น เพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่พื้นที่อันเนื่องมาจากปริมาณน้ำที่ต้นไม้ยูคาลิปตัสดูดขึ้นไปคายน้ำออกทางใบ เป็นปริมาณกว่า 95% ซึ่งทำให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารในดิน

4. ก่อให้เกิดความมั่นคงในอาชีพและรายได้ มีการปลูกสร้างสวนป่าเชิงพาณิชย์อย่างครบวงจร โดยเฉพาะเกษตรกรรายย่อยที่ปลูกยูคาลิปตัส จะมีแหล่งตลาดรองรับผลผลิตอย่างต่อเนื่อง สร้างงานในชนบท ทำให้คนมีงานทำ กระจายโรงงานอุตสาหกรรมไปสู่ชนบท

5. ช่วยลดเงินที่จะออกไปต่างประเทศจากการที่จะต้องสั่งซื้อไม้ท่อนและวัตถุดิบเยื่อกระดาษเข้าประเทศ

6. ช่วยฟื้นฟูพื้นที่ป่าไม้ โดยเฉพาะช่วยเพิ่มพื้นที่ป่าเศรษฐกิจตามเป้าหมายของรัฐบาลและช่วยลดการตัดไม้ทำลายป่าธรรมชาติ (พิจิตร, 2546; ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน, 2548)

โรคของยูคาลิปตัสในประเทศไทย

การศึกษาโรคของยูคาลิปตัสในประเทศไทยยังมีข้อมูลน้อย จากรายงานของกฤษณา (2546) พบว่าโรคของไม้ยูคาลิปตัส เป็นปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งที่กระทบต่อผลผลิตทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพของไม้โตเร็วที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ นอกจากนี้การปลูกด้วยกิ่งชำและกล้าไม้ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากสายต้นเดียว ทำให้ได้สายพันธุ์ที่มีความอ่อนแอต่อเชื้อโรค ซึ่งมีและแพร่กระจายอยู่ในพื้นที่ การปลูกเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมามาก จากการสำรวจพบว่ามีเชื้อราอย่างน้อย 25 ชนิด สามารถเข้าทำลายไม้ยูคาลิปตัสได้ตั้งแต่ระยะเมล็ด กิ่งชำ กล้าไม้ และต้นไม้ในแปลงปลูก ดังตารางที่ 1 ระดับความรุนแรงของโรคจะแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของเชื้อสาเหตุโรค ความต้านทานโรคในแต่ละสายพันธุ์ และสภาพแวดล้อม ส่วนใหญ่เชื้อราทำให้เกิดอาการเน่าในระยะกล้าไม้ (rot หรือ damping off) แผลจุด (spot) แผลไหม้ (blight) กิ่งแห้ง (shoot blight) และยอดตาย (die-back)

สำหรับโรคที่พบในแปลงปลูก ได้แก่ โรคที่เกิดจากเชื้อรา *Cryptosporiopsis eucalypti* โดยเชื้อสาเหตุสามารถเข้าทำลายใบ ปลายกิ่งและยอดอ่อน เกิดแผลจุดไหม้รุนแรงมาก ใบร่วง กิ่งแห้ง ทำให้ต้นไม้อ่อนแอ เป็นช่องทางให้เชื้อราชนิดอื่นที่เป็น weak pathogen เช่น *Cytospora* sp., *Lasiodiplodia theobromae*, *Phomopsis* sp. เข้าทำลายส่วนของกิ่งและลำต้น โรคแผลแตกยางไหล และยอดตาย รูปร่างลำต้นผิดปกติ คดงอ แคระแกรน รุนแรงถึงกับทำให้ต้นตายได้ ได้แก่ *Fusicoccum* sp., *Dothiorella* sp., *Botryosphaeria* sp., *Cryphonectria cubensis* และเชื้อที่ยังไม่ได้จำแนกชนิดซึ่งอยู่ใน Class Coelomycetes สามารถเข้าทำลายเนื้อเยื่อเจริญ (cambium) ของลำต้น ทำ

ให้เกิดอาการ canker รุนแรงและต้นตาย (ตารางที่ 1) โดยเฉพาะในต้นไม้ที่อ่อนแอเนื่องจากความเครียดที่เกิดจากปัจจัยภายนอก เช่น ความแห้งแล้ง ไฟไหม้ และลักษณะของดินที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต

ตารางที่ 1 โรคของยูคาลิปตัสในระยะต่างๆ และเชื้อราสาเหตุที่สำรวจพบในประเทศไทย

ระยะ	อาการโรค	เชื้อรา	ชนิดไม้
กล้าไม้	โรคเน่าคอดิน	<i>Cylindrocladium</i> sp.	<i>E. camaldulensis</i>
		<i>Cylindrocladium scoparium</i>	<i>E. camaldulensis</i>
		<i>Sclerotium rolfsii</i>	<i>E. camaldulensis</i>
		<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>E. deglupta</i>
	ใบจุด	<i>Kirramyces</i> sp.	<i>E. camaldulensis</i>
		<i>Cercospora</i> sp.	<i>E. camaldulensis</i>
		Unidentified (Coelomydetes)	<i>E. camaldulensis</i>
	ใบไหม้	<i>Coniella</i> sp.	<i>E. camaldulensis</i>
		Unidentified (Coelomycetes)	<i>E. camaldulensis</i>
	ยอดไหม้	<i>Phomopsis</i> sp.	<i>E. camaldulensis</i>
		<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	
		<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	
กิ่งชำ	เน่า ตายจากปลาย	<i>Phomopsis</i> sp.	<i>E. camaldulensis</i>
	ตัดในแปลงขยาย	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	<i>E. camaldulensis</i>
	กิ่งชำ	<i>Glomerella</i> sp. (teleomorph) &	<i>E. camaldulensis</i>
		<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	
		<i>Dothiorella</i> sp. & <i>Botryosphaeria</i> sp. (teleomorph)	<i>E. camaldulensis</i>
แปลงปลูก	ใบจุด ใบไหม้	<i>Cryptosporiopsis eucalypti</i>	<i>E. camaldulensis</i>
	ยอด และกิ่งอ่อน	<i>Pseudocercospora</i> sp.	<i>E. urophylla</i>
	ไหม้ ใบจุด	<i>Cercospora</i> sp. & <i>Mycosphaerella</i> sp.	<i>E. camaldulensis</i>
		<i>Mycotribulus</i> sp.	<i>E. urophylla</i>
		Unidentified (Coelomycetes)	<i>E. camaldulensis</i>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ระยะ	อาการโรค	เชื้อรา	ชนิดไม้
	ใบไหม้	<i>Cylindrocladium quinqueseptatum</i>	<i>E. camaldulensis</i>
		<i>Coniella</i> sp.	<i>E. camaldulensis</i>
		<i>Coniella fragariae</i>	<i>E. urophylla</i>
		<i>Cytospora</i> sp.	<i>E. camaldulensis</i>
	ยอด, ปลายกิ่งแห้ง	<i>Phomopsis</i> sp.	<i>E. camaldulensis</i>
		<i>Dothiorella</i> sp.	<i>E. deglupta</i>
		<i>Coniothyrium zuluense</i>	<i>E. camaldulensis</i>
	แผลแตกตามกิ่ง	<i>Cytospora</i> sp.	<i>E. camaldulensis</i>
	และลำต้น	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	<i>E. camaldulensis</i>
		<i>Dothiorella</i> sp. & <i>Botryosphaeria</i> sp.	<i>E. camaldulensis</i>
		Unidentified (Coelomycetes)	<i>E. camaldulensis</i>
	เชื้อเจริญของลำ	<i>Cryphonectria cubensis</i>	<i>E. deglupta</i>
	ต้นถูกทำลาย	<i>Valsa</i> sp.	<i>E. urophylla</i>
	ไส้ฟัก	Unidentified (Basidiomycetes)	<i>E. deglupta</i>

ที่มา: กฤษณา (2546)

ในการควบคุมโรคของไม้ยูคาลิปตัส กฤษณา (2546) รายงานว่า การใช้สารเคมีเพื่อลดความเสียหายจากโรคสามารถใช้ได้ผลในระยะกล้าเท่านั้น หากจะควบคุมโรคในแปลงปลูกควรใช้สายพันธุ์ต้านทานโรค จะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งการใช้สารเคมีในพื้นที่ขนาดใหญ่จะทำให้เกิดการสิ้นเปลืองมาก

โรคของเมล็ดพันธุ์ยูคาลิปตัส

เมล็ดพันธุ์ยูคาลิปตัสที่เก็บรักษาไว้โดยวิธีการไม่ถูกต้อง เช่น เก็บไว้ในที่มีความสกปรก ความอับชื้นสูง อุณหภูมิสูง หรือเก็บไว้ในสภาพที่ไม่เหมาะสม เป็นเวลานาน มักทำให้เกิดการขยายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิดที่เกาะอาศัยบริเวณเชื้อหุ้มเมล็ด ทำให้เกิดสภาพที่มีผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดไม้ ไพบุลย์ (ม.ป.ป.) รายงานผลการตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ยูคาลิปตัสใน

ห้องปฏิบัติการของฝ่ายปราบศัตรูพืชป่าไม้ กรมป่าไม้ เมื่อปี พ.ศ. 2546 พบว่ามีเชื้อราติดอยู่บริเวณภายนอกของเยื่อหุ้มเมล็ดพันธุ์ไม้ยูคาลิปตัส จำนวนประมาณ 10 ชนิด ซึ่งรวมถึงเชื้อจุลินทรีย์จำพวกแบคทีเรียและยีสต์ด้วย

Pongpanich (1990) รายงานการตรวจสอบเชื้อราที่ติดไปกับเมล็ดไม้ป่าในประเทศไทย โดยวิธีการ blotter method และ agar method พบเชื้อราหลายชนิดบนเมล็ดไม้ยูคาลิปตัสหลายสายพันธุ์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็น saprophyte เชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคไหม้ในกล้าไม้และเป็น seed borne fungi มี 1 ชนิด คือ *Macrophomina* sp. (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เชื้อราที่ติดไปกับเมล็ดพันธุ์ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus* spp.) ในประเทศไทย

เชื้อรา	ยูคาลิปตัส (<i>Eucalyptus</i> spp.)	สถานที่ เก็บ
<i>Aspergillus tenuis</i> C.G.Nees	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	ศรีสะเกษ
<i>A. flavus</i> gr.	<i>E. alba</i> Reinw, <i>E. deglupta</i> Blume	มวกเหล็ก สระบุรี
	<i>E. deglupta</i> Blume	ห้วยทา ศรีสะเกษ
<i>A. fumigatus</i> gr.	<i>E. alba</i> Reinw, <i>E. deglupta</i> Blume	มวกเหล็ก สระบุรี
<i>A. nidulans</i> gr.	<i>E. deglupta</i> Blume	มวกเหล็ก สระบุรี
<i>Chaetomium</i> sp.	<i>E. robusta</i>	กรุงเทพ
<i>Curvularia eragrostidis</i> (P.Henn.)J.A.Meyer	<i>E. alba</i> Reinw	มวกเหล็ก สระบุรี
<i>C. lunata</i> (Walker)Boedijn	<i>E. camaldulensis</i> Dehnh. , <i>E. robusta</i> <i>E. deglupta</i> Blume <i>E. grandis</i> Hill ex Maiden <i>E. tereticornis</i> Sm	กรุงเทพ ห้วยทา ศรีสะเกษ บ่อแก้ว เชียงใหม่ กาญจนบุรี
<i>C. pallescens</i> Boedijn	<i>E. alba</i> Reinw <i>E. camaldulensis</i> Dehnh.,	มวกเหล็ก สระบุรี กรุงเทพ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

เชื้อรา	ยูคาลิปตัส (Eucalyptus spp.)	สถานที่ เก็บ
	<i>E. deglupta</i> Blume	ห้วยทา ศรีสะเกษ
<i>Fusarium moniliforme</i> Sheldon	<i>E. camaldulensis</i> Dehnh.	ศรีสะเกษ
<i>Macrophomina</i> sp.	<i>E. camaldulensis</i> Dehnh.	ศรีสะเกษ
<i>Mucor</i> sp.	<i>E. deglupta</i> Blume	มวกเหล็ก สระบุรี
<i>Paecilomyces</i> spp.	<i>E. camaldulensis</i> Dehnh.	กรุงเทพ
	<i>E. deglupta</i> Blume	ห้วยทา ศรีสะเกษ
<i>Rhizopus</i> sp.	<i>E. deglupta</i> Blume	มวกเหล็ก สระบุรี
<i>Syncephalastrum racemosum</i> Cohn.ex Schroet	<i>E. alba</i> Reinw	มวกเหล็ก สระบุรี

ที่มา: Pongpanich (1990)

โรคที่เกิดกับใบยูคาลิปตัส (Eucalyptus foliar disease)

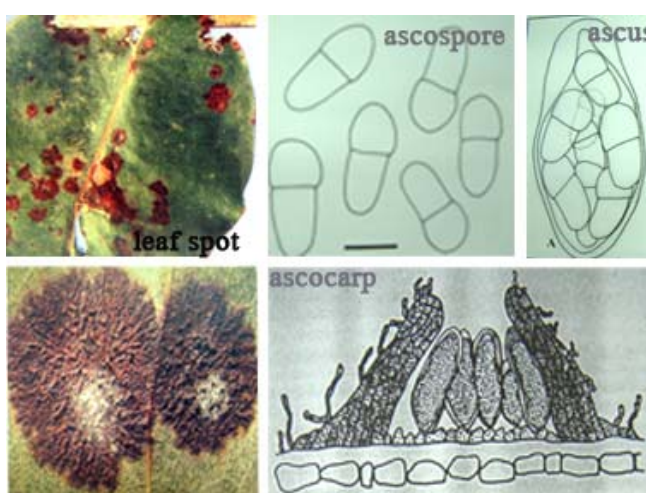
มีเชื้อราหลายชนิดที่มีรายงานว่าเป็นเชื้อทางใบของยูคาลิปตัสที่ปลูกในพื้นที่หลายๆ ภูมิภาคทั่วโลก เชื้อราที่เข้าทำลายยูคาลิปตัสที่แพร่กระจายและมีความสำคัญต่อการเกิดโรคทางใบ ได้แก่ เชื้อราทำให้เกิดอาการใบจุด *Aulographia*, *Cryptosporiopsis*, *Cylindrocladium*, *Phaeophleospora* (ชื่อเดิม: *Kirramyces*), *Mycosphaerella* และราสนิมที่เกิดจากเชื้อรา *Puccinia psidii* เป็นต้น เชื้อราเหล่านี้มีความสำคัญและสามารถคุกคามไม้ยูคาลิปตัสได้มาก และมีแนวโน้มว่าจะมีความสำคัญมากยิ่งขึ้นในอนาคต เนื่องจากการขยายตัวของแปลงปลูกป่ายูคาลิปตัสและความต้องการวัตถุดิบเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษเพิ่มมากขึ้น (Kliejunas *et al.*, 2001)

1. โรคใบจุด (*Aulographina* leaf spot)

เชื้อราสาเหตุ: *Aulographina eucalypti* (Cooke & Massee) v. Arx & Muller จัดอยู่ใน Class Ascomycetes มีพืชอาศัยคือ *Eucalyptus* spp. มีการแพร่กระจายใน ออสเตรเลีย บราซิล ชิลี อังกฤษ มาดากัสการ์ นิวซีแลนด์ แอฟริกาใต้ และฮาวาย

ลักษณะทางชีววิทยา เชื้อราชนิดนี้พบได้มากในแถบประเทศเขตอบอุ่น ที่มีความชื้นสูง พบได้น้อยในเขตร้อนชื้น สร้าง fruiting bodies เรียกว่า hysterothecia ที่มีช่องเปิดเป็นรอยแยก ลักษณะเป็นทางยาว เกิดกระจายอยู่บนแผลโรค เป็นเชื้อราชนิด obligate pathogen ของยูคาลิปและ มักทำให้เกิดอาการในบริเวณทรงพุ่มล่างของลำต้น

ลักษณะอาการโรค เชื้อรา *Aulographina eucalypti* เป็นเชื้อที่เข้าทำลายใบทั้งในป่า ธรรมชาติและป่าปลูก ทำให้เกิดโรคได้ปานกลางถึงรุนแรง เกิดกับใบที่ยังไม่แก่เต็มที่ ลักษณะทั่วไปจะทำให้เกิดอาการใบจุด ผิวขรุขระ (ภาพที่ 1) อาการอาจจะลามไปถึง ก้านใบ และกิ่ง และบางครั้งเกิดบนผลและผิวเปลือก สภาพอากาศที่มีฝนและอุณหภูมิต่ำ (15-20 °C) จะทำให้เชื้อตกลงบนต้นพืช และเข้าทำลายได้ง่าย การแพร่กระจายของสปอร์เชื้อราที่สำคัญคือการกระเซ็นไปกับ น้ำฝนและถูกพัดพาโดยลม การเข้าทำลายจะเริ่มที่บริเวณทรงพุ่มด้านล่างของลำต้น จากรายงานของ กฤษณา (2546) ยังไม่มีรายงานการพบเชื้อราชนิดนี้ในประเทศไทย



ภาพที่ 1 ลักษณะอาการใบจุดและเชื้อสาเหตุ *Aulographina eucalypti*

ที่มา: Old et al., (2003b) และ Park et al., (2000)

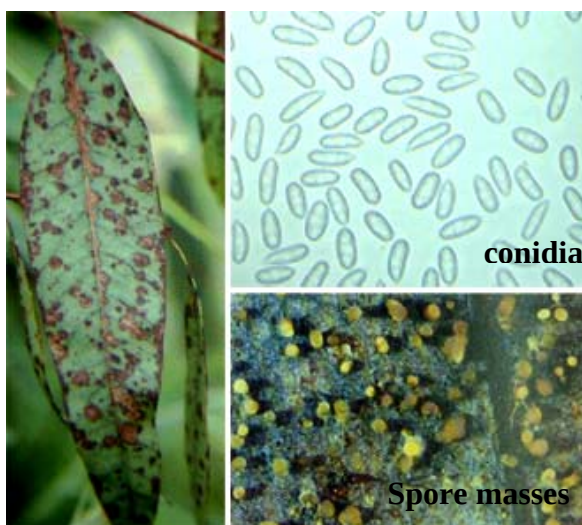
2. โรคใบจุดจากเชื้อรา *Cryptosporiopsis* (*Cryptosporiopsis* leaf spot)

เชื้อราสาเหตุ: *Cryptosporiopsis eucalypti* Sankaran & Sutton จัดอยู่ใน Class Coelomycetes มีพืชอาศัยคือ ยูคาลิปตัสหลาย ๆ สปีชีส์ เช่น *E. camaldulensis*, *E. camphora*, *E. cinerea*

การแพร่กระจาย พบเกิดกับยูคาลิปตัสหลายสายพันธุ์ (species) ในพื้นที่ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ออสเตรเลีย อินเดีย บราซิล ญี่ปุ่น ไทย เวียดนาม ฮาวายและอเมริกาใต้ มักพบได้ทั่วไปกับ *E. camaldulensis* ทั้งในเวียดนามและไทย

ลักษณะทางชีววิทยา เชื้อราสร้าง fruiting bodies รูปร่างคล้ายถ้วยที่เรียกว่า pycnidia บนใบและยอด บางส่วนของ pycnidia ฝังอยู่ในเนื้อเยื่อพืช เมื่ออากาศชื้นเชื้อราจะปล่อยกลุ่มของสปอร์สีขาวครีมออกมาบนผิวใบ สปอร์สีใส รูปรี เชื้อราเจริญสร้างโคโลนีสีน้ำตาลเทาบนอาหารสร้าง spore masses เป็นเมือกบนโคโลนี

ลักษณะอาการโรค เชื้อเข้าทำลายใบและก้านใบ สร้าง fruiting bodies ตามกิ่งและก้านขนาดเล็ก ซึ่งสามารถลุกลามเข้าทำลายกิ่งอื่นได้ การเข้าทำลายของเชื้อทำให้เกิดใบร่วงรุนแรง อาการที่เกิดขึ้นมีได้หลายแบบ ทั้งใบจุด ใบไหม้และอาการแคงเกอร์บนกิ่งและลำต้น ใบจุดมีรูปร่างไม่แน่นอน แผลเกิดแยกกัน สีน้ำตาลถึงน้ำตาลแดง ลักษณะนูน ทำให้ผิวใบขรุขระ (ภาพที่ 2) อาการต่อมาอาจเกิดการตายจากยอด (die-back) โดยเฉพาะยอดอ่อน ยอดบิดเบี้ยวและตาย ยอดที่เกิดใหม่อาจถูกเข้าทำลายได้ซ้ำอีก ซึ่งจะมีผลต่อความสูงของลำต้น เชื้อเข้าสู่พืชผ่านทางปากใบหรือแผลขนาดเล็ก โดยมีลมและฝนเป็นปัจจัยหลักในการช่วยให้เชื้อแพร่กระจายได้ดี บางครั้งในสภาพอากาศชื้นอาจพบโรคที่เกิดจากเชื้อรา *Cylindrocladium quinqueseptatum* หลังจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *C. eucalypti* ซึ่ง *C. quinqueseptatum* สามารถเข้าทำลายรุนแรงในแปลงปลูกในช่วงระยะเวลาหนึ่งแล้วหยุดการระบาดได้ ในขณะที่เชื้อรา *C. eucalypti* จะทำให้เกิดโรคได้ยาวนานกว่า (Old et al., 2000)



ภาพที่ 2 อาการที่เกิดจากเชื้อรา *Cryptosporiopsis eucalypti* และลักษณะของเชื้อรา
ที่มา: Old *et al.*, (2003b)

3. โรคใบจุดใบไหม้จากเชื้อรา *Cylindrocladium*

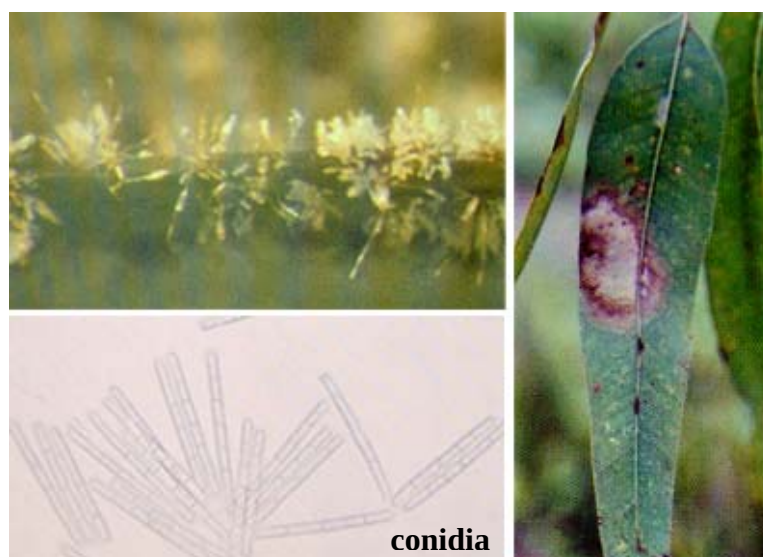
เชื้อราสาเหตุ: *Cylindrocladium* spp. (เช่น *C. clavatum*, *C. ilicicola*, *C. ovatum*, *C. quinqueseptatum*, *C. scoparium*) จัดอยู่ใน Class Hyphomycetes มีระยะ Teleomorph คือ *Calonectria* spp. เชื้อราสามารถเข้าทำลายพืชอาศัยได้ทั้งยูคาลิปตัสและไม้อะเคเซีย

การแพร่กระจาย พบการระบาดอย่างมากในพื้นที่ทางภาคใต้และภาคกลางของเวียดนาม ในพื้นที่ที่มีความชื้นสูง ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1,400 มิลลิเมตรต่อปี ทำให้ใบร่วงและยอดไหม้

ลักษณะทางชีววิทยา เชื้อรา *Cylindrocladium* สร้างสปอร์บนก้านชูสปอร์ สปอร์สีใส ขนาดใหญ่ ยาวประมาณ 90-100 ไมครอน รูปทรงกระบอก มีจำนวน 6 cell สร้าง sterile filament หรือ vesicle ซึ่งส่วนปลายโป่งออกและมีขนาดยาวกว่ากลุ่มของสปอร์ เชื้อราเจริญบนอาหารสังเคราะห์ได้รวดเร็ว โคลินีมีลักษณะฟู สีน้ำตาลหรือเทา สร้างสปอร์ได้มาก

ลักษณะอาการโรค เกิดอาการหลายระดับบนใบยูคาลิปตัส ซึ่งพบโรคนี้ได้ทั่วไปในที่ที่มีการปลูกยูคาลิปตัส ใบจุดมีหลายขนาดตั้งแต่แผลขนาดเล็กรูปร่างไม่แน่นอน จนถึงแผลและผิวใบด่างไหม้ ลักษณะแผลแยกกันชัดเจน เกิดแผลไหม้แบบ necrotic สีน้ำตาลหรือเทา (ภาพที่ 3) รูปร่าง

ไม้เน่าอน ขอบแผลมีลักษณะฉ่ำน้ำ (water soak) กิ่งอ่อนสามารถถูกเข้าทำลายได้และเกิดเป็นข้อๆ เป็นผลให้เกิดยอดใหม่ เมื่อขอบแผลขยาย ใบจะไหม้ ตายและร่วงหล่น เมื่อตรวจดูด้วยแว่นขยายจะเห็นเส้นใยและกลุ่มสปอร์สีขาวทั้งบนใบและยอดที่เป็นโรค เชื้อรา *Cylindrocladium* แต่ละspecies สามารถอาศัยอยู่ในดินและบนเศษซากพืชในรูปของเส้นใย กลุ่มของเส้นใย chlamydospore และ microsclerotium ใบและกิ่งมักจะปนเปื้อนด้วยส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อรา สปอร์สามารถแพร่กระจายโดยฝน แลมลง และสัตว์ขนาดเล็กในดิน ความชื้นสัมพัทธ์และช่วงของอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเข้าทำลายอยู่ในช่วงระหว่าง 25-30 °C ส่วนใหญ่จะพบโรคบริเวณทรงพุ่มล่างแล้วลามสู่เรือนยอดด้านบน พบโรคมกในต้นตอที่อายุน้อยหรือ coppice อาจทำให้ทรงพุ่มและเรือนยอดเสียรูปทรง



ภาพที่ 3 เชื้อรา *Cylindrocladium* sp. และอาการโรคใบไหม้
ที่มา: Old *et al.*, (2003b)

4. โรคใบจุดที่เกิดจากเชื้อรา *Phaeophleospora destructans*

เชื้อราสาเหตุ : *Phaeophleospora destructans* จัดอยู่ใน Class Coelomycetes ซึ่งเชื้อราในสกุล *Phaeophleospora* ที่เป็นสาเหตุโรคของยูคาลิปตัส มีทั้งหมดด้วยกัน 4 species ได้แก่ *Phaeophleospora eucalypti*, *P. destructans*, *P. lilianae* และ *P. epicoccoides* เข้าทำลายเฉพาะพืชอาศัยในวงศ์ Myrtaceae เช่น *E. bicostata*, *E. camaldulensis*, และ *E. globulus*

การแพร่กระจาย พบการกระจายของโรคในประเทศต่างๆ ได้แก่ *Phaeophleospora epicoccoides* พบในอาร์เจนตินา ออสเตรเลีย ภูฏาน บราซิล เอธิโอเปีย ส่องกง เชื้อรา *P. eucalypti* พบในอาร์เจนตินา บราซิล อินเดีย เชื้อรา *P. destructans* พบในอินโดนีเซีย ไทย เวียดนาม จีน และ *P. lilianae* พบในออสเตรเลีย

ลักษณะทางชีววิทยา เชื้อสร้างและปล่อยสปอร์เป็นสายขดสีดำออกมาจาก fruiting bodies สีดำขนาดเล็ก ที่ฝังอยู่ในเนื้อเยื่อพืช พบบริเวณส่วนกลางของแผลโรค เชื้อราสร้างและปล่อยสปอร์ออกมาเฉพาะผิวได้ใบเท่านั้น สปอร์มีหลายเซลล์ รูปร่างปลายด้านหนึ่งเรียวแหลม (tapering) ราใน genus นี้จัดอยู่ในระยะ asexual stage ของเชื้อรา *Mycosphaerella* พบเสมอในหลายพื้นที่ทั่วโลกที่มีการปลูกยูคาลิปตัส เข้าทำลายทรงพุ่มล่างของต้นไม้ที่ใบมีการบังร่มเงาและในใบที่เริ่มแก่ ด้วยลักษณะการเข้าทำลายเฉพาะในยูคาลิปตัสเท่านั้น ทำให้เชื้อราใน genus นี้ มีความสำคัญต่อการผลิตไม้เป็นอย่างมากทั้งในปัจจุบันและอนาคต (Crous, 1997)

ลักษณะอาการโรค เชื้อราใน genus *Phaeophleospora* เป็นสาเหตุให้เกิดอาการใบจุดไหม้และใบร่วงในระยะใบอ่อนได้รุนแรง ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและทำให้เกิดความอ่อนแอในกล้าไม้ ผลของการเข้าทำลายทำให้ใบของ *E. urophylla* มีแผลสีแดงหรือเหลืองและเกิดแผลจุดขอบสีม่วงหรือสีม่วงน้ำตาล แต่ใน *E. camaldulensis* จะเกิดแผลจุดไหม้สีเหลืองคาง ขอบแผลไม่ชัดเจน ซึ่งแผลอาจถูกจำกัดด้วยเส้นใบ ทำให้เห็นเป็นเหลี่ยมหรือมุม การเจริญของเชื้ออาจเริ่มที่ทรงพุ่มล่างแล้วค่อยๆลุกลามขึ้นสู่เรือนยอด ในช่วงปลายฤดู พบจุดแผลบนใบอ่อนและค่อยๆไถ่ลงมาสู่พุ่มล่าง เชื้อราแพร่กระจายได้ดีโดยการถูกพัดพาไปกับลม เชื้อจะเข้าทำลายพืชได้ดีในช่วงที่มีอากาศอบอุ่นและมีปริมาณน้ำค้างสูง (Old et al., 2000) (ภาพที่ 4)



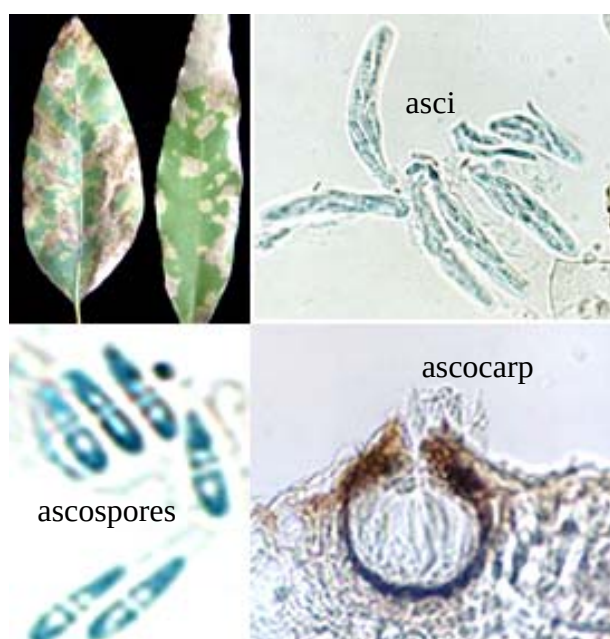
ภาพที่ 4 ลักษณะของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* และอาการใบไหม้ยูคาลิปตัส ที่มา: Old *et al.*, (2003b)

5. โรคใบจุดจากเชื้อรา *Mycosphaerella*

เชื้อราสาเหตุ : *Mycosphaerella* spp. จัดอยู่ใน Class Ascomycetes พบว่ามีจำนวนของเชื้อราในสกุลนี้ประมาณ 57 species ที่สามารถเข้าทำลายใบของยูคาลิปตัสได้ Crous (1998) รายงานถึงชนิดของเชื้อที่เป็นสาเหตุโรคยูคาลิปตัส เช่น *M. molleriana*, *M. cryptica* เป็นต้น พบได้ทั่วไปบนใบของยูคาลิปตัส เป็นเชื้อราใน Order Dothidiales, Family Dothidiaceae มีพืชอาศัย เช่น *Eucalyptus* spp. สามารถพบการแพร่กระจายของเชื้อราได้ทุกที่ที่มีการปลูกไม้ยูคาลิปตัส รวมทั้งแปลงปลูกในถิ่นกำเนิดในประเทศออสเตรเลีย

ลักษณะทางชีววิทยา เชื้อราสร้าง fruiting bodies คือ perithecia ฝังอยู่บริเวณเนื้อเยื่อแผลโรค อาจเกิดเดี่ยว กระจาย หรือเป็นกลุ่ม ภายในสร้าง asci ลักษณะเป็นถุงเล็กซึ่งมี ascospore (ภาพที่ 5) อยู่ภายใน สำหรับเชื้อราใน genus นี้ ใช้ลักษณะการงอกของสปอร์ในการจำแนกชนิด (Crous, 1998) สามารถเลี้ยงเชื้อบนอาหารสังเคราะห์ได้ และมักพบระยะ asexual stage ด้วยเช่นกัน แต่ส่วนใหญ่จะพบระยะ sexual stage ที่มีการสร้าง fruiting bodies บนผิวพืชอาศัยเท่านั้น เชื้อราในสกุลนี้มีระยะ asexual stage เป็นเชื้อราหลายชนิด เช่น *Pseudocercospora*, *Kirramyces* เป็นต้น ซึ่งแต่ละชนิดต่างก็มีเชื้อรา *Mycosphaerella* เป็นเชื้อในระยะ sexual stage เช่นเดียวกัน แต่อาจต่าง species กัน ตัวอย่างโรคยูคาลิปตัสที่เคยพบในเวียดนามในปี 1994 เกิดจากเชื้อสาเหตุ *M. marksii* โดยเข้าทำลายใบทำให้เกิดอาการใบจุด

ลักษณะอาการของโรค ทำให้เกิดอาการของแผลแบบ necrotic spot และ blotch แผลมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันไป มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 2-3 มิลลิเมตร จนถึงหลายเซนติเมตร ขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ระหว่างพืชอาศัยกับเชื้อสาเหตุโรค เชื้อราบาง species ทำให้เกิดอาการแผลไหม้สีน้ำตาลอ่อน (straw-colored) หรือน้ำตาลแดงบนใบได้รุนแรง ผิวใบย่นหรือขรุขระ แผลมักเกิดกระจายตามความยาวใบใกล้กับขอบใบ ต่อมาเกิดใบร่วง เชื้อรา *Mycosphaerella* บางชนิดเข้าทำลายพืชในลักษณะไม่รุนแรงบนใบ *E. camaldulensis*



ภาพที่ 5 ลักษณะอาการใบจุดที่เกิดจากเชื้อรา *Mycosphaerella* sp. และลักษณะของเชื้อรา

ความสำคัญของโรคที่เกิดกับใบยูคาลิปตัส

ปัญหาโรคของไม้ยูคาลิปตัสที่พบในประเทศไทย มีความรุนแรงมากขึ้นอย่างต่อเนื่องทำให้มีความเสียหายทางเศรษฐกิจ (กฤษณา, 2542) เป็นผลให้เกิดการปรับปรุงและคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อให้เกิดพันธุ์ต้านทานต่อโรคมก ซึ่งโรคทางใบเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดใบร่วงเกิดผลกระทบต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น โดยเฉพาะเมื่อต้นไม้อ่อนแอเนื่องจากขาดใบจะทำให้เกิดโรคอื่นๆ ตามมา เช่น โรคแคงเกอร์ (Old *et al.*, 2003b) ที่มีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae* เชื้อราสามารถเข้าทำลายเนื้อไม้และทำให้ยืนต้นตาย ทำให้ผลผลิตไม้เสียหาย นอกจากนี้ โรคยูคาลิปตัสที่เกิดจากเชื้อราหลายชนิดถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มของเชื้อโรคที่มีความเสี่ยง

ต่อการระบาดและมีการประเมินความเสี่ยงเพื่อใช้ในการกักกันไม้ยูคาลิปตัสของประเทศสหรัฐอเมริกา ที่นำเข้าจากประเทศแถบอเมริกาใต้ ได้แก่ โรคทางใบที่มีความเสี่ยงปานกลาง 6 ชนิด คือ โรคใบจุดใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *A. eucalypti*, *C. eucalypti*, *Cylindrocladium* spp., *Phaeophleospora* spp. และ *Mycosphaerella* spp. โรคราสนิม (rust) เกิดจากเชื้อ *Puccinia psidii* ซึ่งยังไม่พบในประเทศไทย โรคทางลำต้น ได้แก่ โรคแคงเกอร์ที่เกิดจากเชื้อรา *Cryphonectria cubensis*, *Cytospora eucalypticora*, *C. eucalyptina* และ *Coniothyrium zuluense* โรครากและต้นเน่าเกิดจากเชื้อรา *Armillaria* spp., *Phellinus* spp., *Ganoderma* spp. และ *Gymnopilus spectabilis* ซึ่งเชื้อเหล่านี้เชื่อว่าเกี่ยวข้องกับไม้ซุงและไม้ชิ้นสับยูคาลิปตัสที่นำเข้ามาจากอเมริกาใต้ (Kliejunas et al., 2001)

การเกิดโรคใบไหม้ยูคาลิปตัสที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Phaeophleospora destructans*

เชื้อรา *P. destructans* พบเข้าทำลายพืชอาศัยที่อยู่ใน genus *Eucalyptus* เท่านั้น ได้แก่ *E. grandis*, *E. camaldulensis* และ *E. urophylla* (Old et al., 2003 a, b) โดยเฉพาะโรคใบไหม้ที่เกิดกับ *E. urophylla* ซึ่งเป็นไม้พื้นเมืองของประเทศติมอร์ตะวันออกนั้น เชื่อว่าเป็นเชื้อที่มีศักยภาพในการเข้าทำลายมาก ก่อนที่จะแพร่กระจายไปสู่แหล่งปลูกอื่นๆ (Andjic et al., 2005)

Wingfield et al. (1996) รายงานการพบเชื้อรา *P. destructans* (*Kirramyces destructans*) เป็นครั้งแรกในประเทศอินโดนีเซีย ในเดือนกุมภาพันธ์ ปี ค.ศ. 1996 โดยพบบริเวณทะเลสาบ Toba ในเขต Aek Nauli และเกาะสุมาตราเหนือ โดยพบอาการโรคบนใบ กับยูคาลิปตัสหลายชนิด แต่แสดงอาการรุนแรงกับ *E. grandis* ที่มีอายุ 1-3 ปี พบว่าทำให้เกิดอาการบนใบอ่อนและยอดอ่อน ทำให้ใบเสียรูปทรง เส้นใบของใบแก่เปลี่ยนเป็นสีม่วง (Lee, 2003) ในสภาพอากาศชื้นพบกลุ่มสปอร์ของเชื้อราที่ผิวใต้ใบที่ถูกเข้าทำลายอย่างรุนแรง เมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะต่างๆ แล้ว เชื้อรา *P. destructans* จะมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนกับเชื้อรา *P. epicoccoides* (*K. epicoccoides*) โดยเชื้อรา *P. destructans* จะเข้าทำลายเนื้อเยื่อเจริญของพืช บางครั้งพบเชื้อรา *P. epicoccoides* บนยูคาลิปตัสใบเดียวกันกับใบที่ถูกเข้าทำลายด้วยเชื้อรา *P. destructans* ซึ่งข้อมูลทางชีววิทยาและความสามารถในการเข้าทำลายของเชื้อนี้ยังมีน้อยมาก

Andjic et al. (2005) ได้สำรวจโรคใบไหม้ยูคาลิปตัสเพื่อติดตามการแพร่กระจายของเชื้อและเก็บตัวอย่างโรค โดยในช่วงเดือนพฤศจิกายน ปี ค.ศ. 2003 ถึงกรกฎาคม ปี ค.ศ. 2004 พบว่า เชื้อรา

P. destructans ได้เข้าทำลายยูคาลิปตัสในเขต Guang Xi, Guandong Province และ Hainan Dao ประเทศจีน พบว่า เกิดโรครุนแรงได้ทั้งในสภาพแปลงปลูกและโรงเรือนเพาะชำกล้าไม้

กฤษณา (2546) และ Old (2005) รายงานการเกิดโรคใบไหม้ในประเทศไทย โดยสำรวจพบอาการใบไหม้ยูคาลิปตัสที่ระบาดรุนแรงในยูคาลิปตัสสายพันธุ์ลูกผสม อายุ 1-3 ปี ทำให้เกิดความเสียหายแก่เกษตรกรที่ปลูกยูคาลิปตัสในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทราและภาคตะวันออกของประเทศ ซึ่งมีการปลูกยูคาลิปตัสเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่และมีโรงงานรับซื้อผลผลิตไม้ในภูมิภาคนี้เป็นจำนวนมาก เชื้อราเข้าทำลายส่วนยอด ใบอ่อน และใบแก่ เกิดอาการใบไหม้สีน้ำตาล บางส่วนมีใบด่างสีเหลือง ด้านใต้ใบพบกลุ่มสปอร์สีดำเป็นจำนวนมาก จากการสำรวจโรคเป็นระยะๆ พบว่า โรคใบไหม้ได้ขยายขอบเขตการแพร่กระจายไปสู่ภูมิภาคอื่นๆ ของประเทศ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการปลูกยูคาลิปตัส เช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันตก และยังไม่มีรายงานถึงสายพันธุ์ยูคาลิปตัสที่มีความต้านทานโรคนี้

การแพร่กระจาย

เชื้อราสามารถแพร่กระจายได้โดยการติดไปกับส่วนขยายพันธุ์ เช่น กิ่งชำ เมล็ดพันธุ์ เป็นต้น และเชื่อว่าแต่เดิมเชื้อราเริ่มต้นอยู่ที่ประเทศออสเตรเลีย ซึ่งมียูคาลิปตัสเป็นพืชประจำถิ่น (native species) ต่อมาเกิดการแพร่กระจายไปสู่ภูมิภาคเอเชีย ที่มีการนำยูคาลิปตัสเข้าไปปลูกเป็นการค้ามาก (Andjic *et al.*, 2005) ในปี ค.ศ.1996 Wingfield พบอาการของโรคนี้ครั้งแรกในประเทศอินโดนีเซีย โดยพบว่าเกิดโรคกับ *E. urophylla* ซึ่งเป็นพืชประจำถิ่นของติมอร์ตะวันออก แต่ไม่พบรายงานการเกิดโรคในออสเตรเลีย เชื้อราสามารถเข้าทำลายได้รุนแรงในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และจีน สำหรับประเทศไทย พบโรคนี้เป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2543 โดย กฤษณา (2546) พบการเข้าทำลายของเชื้อรา *P. destructans* กับ *E. camaldulensis* และสายพันธุ์ลูกผสมที่ปลูกในภาคตะวันออกของไทย (Old, 2005) อีกสองปีต่อมามีรายงานการพบโรคใบไหม้ในประเทศเวียดนามและจีน ตามลำดับ ลักษณะการปล่อยสปอร์ออกมาเป็นกลุ่มก้อนหรือเป็นสายทำให้เชื้อราสามารถแพร่กระจายได้ง่ายโดยลมและฝน และมีการคาดการณ์ว่าโรคนี้อาจเข้าคุกคามและเป็นสาเหตุให้เกิดโรคได้รุนแรงแก่ยูคาลิปตัสทั้งในปัจจุบันและในอนาคต (Lee, 2003; Wingfield, 1996)

ลักษณะอาการของโรคใบไหม้

กลไกเริ่มแรกของการเข้าทำลายใบยูคาลิปตัส คือ เชื้อราทำให้เกิดอาการใบจุดต่างขนาดเล็ก สีเหลืองอ่อน รูปร่างไม่แน่นอน หรือค่อนข้างกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแผลประมาณ 10-20 มิลลิเมตร บางครั้งเกิดแผลไหม้เป็นบริเวณกว้างที่ผิวใบ มีสีเหลืองหรือน้ำตาลอ่อนทั้งสองด้านของใบ ขอบแผลไม่ชัดเจน หรือมีขอบสีน้ำตาลแดง อาการโรคที่พบมีหลายลักษณะแตกต่างกันไป ตั้งแต่อาการยอดไหม้ แผลจุดค่อนข้างกลมและใบไหม้ อาจพบเส้นใยสีน้ำตาลจางๆ เจริญอยู่ภายในแผลโรค (Crous, 1998; Wingfield *et al.* 1996; Park *et al.*, 2000) การสำรวจอาการของโรคใบไหม้ในประเทศจีน พบใบยูคาลิปตัสมีอาการเริ่มต้น คือ แผลมีลักษณะต่าง ใหม้สีเหลือง ขอบแผลไม่ชัดเจน และพบส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อราสีดำ ที่ฝังตัวอยู่บริเวณผิวด้านใต้ใบ และเป็นผลให้มีอาการใบร่วงต่อมา (Andjic *et al.*, 2005)

ลักษณะของเชื้อราสาเหตุโรคใบไหม้

เชื้อรา *Phaeophleospora destructans* สร้าง fruiting bodies ซึ่งเป็นที่เกิดของสปอร์ เรียกว่า pycnidia มีรูปร่างกลมหรือค่อนข้างกลม ขนาดของ pycnidia สูง 50-150 ไมครอน เส้นผ่าศูนย์กลาง 50-130 ไมครอน ผนังประกอบด้วยชั้นของเนื้อเยื่อชนิดที่เรียกว่า textura angularis สีน้ำตาล 2-3 ชั้น มีช่องเปิด (ostiole) เคี้ยว อยู่ตรงกลาง เมื่อแก่เต็มที่จะพัฒนาเป็นลักษณะ populate ภายใน pycnidia มีก้านชูสปอร์ซึ่งเป็นเซลล์ให้กำเนิดสปอร์ (conidiogenous cells) มีลักษณะแยกจากกัน (discrete) สีน้ำตาลอ่อน รูปร่างคล้ายทรงกระบอก (doliiiform ถึง subcylindrical) ผิวก้านชูสปอร์ไม่เรียบ ขนาดเซลล์ 5-7.5 x 4-6 ไมครอน conidia รูปร่างแบบ holoblastic ถูกปล่อยเป็นสายออกมาจาก pycnidium ลักษณะเมื่อแห้งจะเป็นสายยาวสีดำหรือเป็นก้อน เกิดกระจายอยู่บนผิวใบ conidia รูปร่างเรียวยาว (cylindrical) ปลายมน (apex obtuse) หรือปลายเรียวแคบกว่าด้านที่ติดกับก้านชู (subacute apex) มีลักษณะคล้ายเชื้อรา *P. eucalypti* ฐานของ conidia ของเชื้อรา *P. destructans* มีลักษณะมน กว้าง 1.5-2 ไมครอน อาจมีผิวย่นเล็กน้อย conidia รูปร่างโค้งมนหรือตรง การโค้งมีหลายลักษณะ แบบตรงมีน้อย ผนังหนา สีน้ำตาลอ่อน ผิวแบบ verruculose บางครั้งอาจพบลักษณะคล้ายหยดน้ำมัน (guttulate) ภายในเซลล์ มี 1-3 septa ขนาด conidia มีความยาวประมาณ 50-65 ไมครอน และกว้างประมาณ 2.5 ไมครอน (Crous, 1998; Wingfield, 1996)

การจัดจำแนกชนิดของเชื้อราสาเหตุ

เชื้อรา *Phaeophleospora destructans* (M.J. Wingf. & Crous) Crous, F.A. Ferreria & B. Sutton มีชื่อเดิม (basionym) คือ *Kirramyces destructans* M.J. Wingf. & Crous (Crous, 1997) ชื่อ *Phaeophleospora* เป็น genus ที่ถูกตั้งขึ้นมาเพื่อนำมาใช้จัดจำแนกใหม่ของเชื้อรา genus *Phaeoseptoria* ซึ่งเป็นเชื้อราใน Class Coelomycetes เชื้อราในกลุ่มนี้มีระยะ teleomorph คือ *Mycosphaerella* spp. อยู่ใน Class Ascomycetes เช่น *M. sutteniae* เป็นเชื้อราในระยะ teleomorph ของ *Phaeophleospora epicoccoides* (syn. *K. epicoccoides*) สาเหตุของโรคใบไหม้ยูคาลิปตัส เช่นเดียวกัน แต่มีความรุนแรงและเสียหายน้อยกว่าอาการใบไหม้ที่เกิดจาก *P. destructans*

Crous และคณะ (2004) รายงานถึงการจัดจำแนกเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* โดยวิธีทางชีวโมเลกุล (DNA sequence data and phylogenetic relationship) สามารถจัดกลุ่มตามลำดับ ได้ดังนี้

Kingdom Fungi

Phylum Ascomycota

Class Dothideomycetes

Family Mycosphaerellaceae

Genus *Phaeophleospora*

Species *P. destructans*

การเจริญบนอาหารสังเคราะห์ของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans*

ลักษณะการเจริญบนอาหารสังเคราะห์พบว่า หลังการแยกเชื้อ 1 เดือน เชื้อเจริญเป็นโคโลนี (colony) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20-25 มิลลิเมตร ในที่มีอุณหภูมิ 25 °C ขอบของโคโลนีมีรูปร่างไม่แน่นอน ลักษณะเป็นพู (lobe) ซึ่งจะแบ่งออกเป็น (sector) โคโลนีมีรูปร่างหลายแบบ สีขาวหรือเทา สร้างกลุ่มสปอร์ (spore mass) สีดำบนผิวของโคโลนี ด้านใต้สีดำ อาจล้อมรอบโคโลนีด้วยสีชมพู (rosy buff zone) หรือขอบสีแดง (vinaceous buff) เส้นใยสีครีมถึงสีขาว (Crous, 1998) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือ 25 °C อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดที่สามารถเจริญเติบโตได้คือ 30 °C และ 5 °C ตามลำดับ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสำรวจการเกิดโรคใบไหม้ของยูคาลิปตัสที่ปลูกในพื้นที่ภาคต่างๆ

ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างใบยูคาลิปตัสชนิด *Eucalyptus camaldulensis*, *E. urophylla* และยูคาลิปตัสลูกผสมต่างๆ ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม 2548 – ตุลาคม 2549 จากแปลงปลูกที่มีปัญหาการเกิดโรคใบไหม้ ในพื้นที่ภาคต่างๆ ได้แก่ ภาคกลางสำรวจที่จังหวัดฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี สระแก้ว และกาญจนบุรี ภาคตะวันออกสำรวจที่จังหวัดชลบุรี และระยอง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือสำรวจที่จังหวัดนครราชสีมา และเลย รวม 8 จังหวัด บันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะอาการของโรคใบไหม้ สภาพภูมิประเทศ สภาพอากาศ และการเกิดของโรคใบไหม้ในระดับต่างๆ ของทรงพุ่มต้นยูคาลิปตัส

2. การประเมินความรุนแรงของการเกิดโรค

การประเมินความรุนแรงของโรคที่ใบ เริ่มต้นด้วยการหาพื้นที่ผิวใบที่เป็นโรคโดยการสุ่มเก็บตัวอย่างใบที่แสดงอาการของโรคในระยะต่างๆ จากทุกพื้นที่ที่มีการสำรวจ ระยะละประมาณ 10 ใบ จากนั้นใช้ตารางกราฟทาบลงบนใบพืชที่มีอาการของโรค วาดรูปใบและรอยแผลโรค พร้อมทั้งวัดขนาดพื้นที่แผล แล้วนำตัวเลขที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์พื้นที่ใบที่เป็นโรค (Infected area) ต่อพื้นที่ผิวทั้งใบ จากนั้นจึงกำหนดระดับคะแนนให้แก่ลักษณะอาการโรคใบไหม้ของยูคาลิปตัสออกเป็น 5 ระดับ คือ

ระดับ 0 = ไม่เกิดแผลบนใบ หรือ ไม่พบใบที่แสดงอาการของโรค

ระดับ 1 = พบลักษณะอาการแผลแผลด่างสีเหลือง ขนาดเล็กไม่เกิน 1 เซนติเมตร ที่บริเวณใบแก่ 1-2 ใบต่อกิ่งเล็ก หรือ ใบมี Infected area = 1-10 %

ระดับ 2 = พบลักษณะอาการแผลด่างเหลืองและไหม้ขนาด 1-2 เซนติเมตร เชื้อราสร้าง fruiting bodies สีดำบนแผล ที่บริเวณใบแก่ 3-5 ใบต่อกิ่ง หรือ ใบมี Infected area = 11-30 %

ระดับ 3 = พบลักษณะอาการแผลด่างเหลืองและไหม้เป็นสีน้ำตาล บนใบแก่ที่อยู่ในระดับทรงพุ่มล่างเป็นส่วนใหญ่ แผลโรคขยายขนาดเกินกว่าครึ่งหนึ่งของใบ เชื้อราสร้าง fruiting bodies และ spore mass สีดำจำนวนมากบนผิวที่อยู่ด้านใต้ใบ ใบมี Infected area = 31-50 %

ระดับ 4 = พบลักษณะอาการของโรคตั้งแต่ใบแก่จนถึงใบยอดอ่อน ทำให้ยอดหักงอ เสียวรูปทรง ใบร่วง ยอดไหม้มีสีเหลืองถึงน้ำตาล เชื้อราสร้าง fruiting bodies และ spore mass จำนวนมากบนผิวที่อยู่ด้านใต้ใบ แผลบนใบมีสีด่างเหลืองถึงสีน้ำตาล ขยายขนาดกว่าครึ่งหนึ่งของใบ หรือใบมี Infected area >50 %

เมื่อกำหนดระดับคะแนนแล้ว จึงเดินสำรวจโรคที่เกิดขึ้นบนต้นยูคาลิปตัสในแปลงปลูกทดสอบสายต้น จำนวน 19 สายต้น อายุ 4 ปี ของบริษัทเอกชน ในพื้นที่อำเภอท่าตะเกียบ จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งในพื้นที่ปลูกมีการวางแผนทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) สายต้นละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 9 ต้น ให้ระดับคะแนนของอาการโรคแต่ละของทุกสายต้นตามที่ได้กำหนดไว้ แล้วนำค่าระดับคะแนนมาคำนวณค่าดัชนีของการเกิดโรค (Disease index) ของแต่ละสายต้น ตามสูตรดังนี้ (เดชา, 2547; ดัดแปลงจาก Hadi and Nuhamara, 1997)

$$\% \text{ Disease Index} = \frac{(na \times 0) + (nb \times 1) + (nc \times 2) + (nd \times 3) + (ne \times 4)}{N \times 4} \times 100$$

เมื่อ

- na = number of trees in the plot with score 0
- nb = number of trees in the plot with score 1
- nc = number of trees in the plot with score 2
- nd = number of trees in the plot with score 3
- ne = number of trees in the plot with score 4
- N = Total numbers of tree in the plot

เมื่อกำหนดได้ค่าดัชนีของการเกิดโรค (% Disease index) แล้วจึงแบ่งระดับความรุนแรงของการเกิดโรคออกเป็น 5 ระดับ คือ

1. ระดับที่ไม่แสดงอาการของโรคหรือไม่เกิดโรคเลย (Nil) มีค่าดัชนีของการเป็นโรคเท่ากับ 0 %

2. ความรุนแรงของการเกิดโรคอยู่ในระดับต่ำ (Low) ค่าดัชนีของการเป็นโรคเท่ากับ 1-30 %
3. ความรุนแรงของการเกิดโรคอยู่ในระดับปานกลาง (Medium) ค่าดัชนีของการเป็นโรคเท่ากับ 31-50 %
4. ความรุนแรงของการเกิดโรคอยู่ในระดับมาก (High) มีค่าดัชนีของการเป็นโรคเท่ากับ 51-75 %
5. ความรุนแรงของการเกิดโรคอยู่ในระดับมากที่สุด (Extreme) มีค่าดัชนีของการเป็นโรคมากกว่า 75 %

จากการประเมินระดับของความรุนแรงของการเกิดโรคในยูคาลิปตัสแต่ละสายต้น ทำให้ทราบระดับความต้านทานหรือความอ่อนแอของสายต้นต่อโรคใบไหม้ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *P. destructans* คือ ระดับต้านทานต่อโรคมก (Highly Resistant) ระดับต้านทานต่อโรค (Resistant) ระดับต้านทานต่อโรคปานกลาง (Moderately Resistant) ระดับอ่อนแอต่อโรคปานกลาง (Moderately Susceptible) และระดับอ่อนแอต่อโรค (Susceptible) ตามลำดับ (Stubbs *et al.*, 1986)

3. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาของเชื้อรา *Phaeophloeospora destructans*

3.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

นำตัวอย่างใบยูคาลิปตัสที่เป็นโรคใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *P. destructans* ซึ่งเก็บมาจากพื้นที่ต่างๆ ไปตรวจลักษณะอาการโรคภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิด stereo microscope เพื่อศึกษา ลักษณะโครงสร้างต่างๆ ของเชื้อราที่สร้างบนแผลโรค เช่น fruiting body สปอร์และกลุ่มของสปอร์ที่ถูกปล่อยออกมาจาก fruiting body ตัดเนื้อเยื่อตามขวาง (cross section) ผ่านเนื้อเยื่อที่เป็นโรคให้เป็นแผ่นบางๆ ทำสไลด์ตัวอย่างเพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิด compound microscope ทำการวัดขนาดส่วนต่างๆ ของเชื้อรา ได้แก่ ขนาดของ

สปอร์ ขนาดของ fruiting body (pycnidium) เพื่อเปรียบเทียบลักษณะของเชื้อแต่ละ isolate พร้อมทั้งบันทึกภาพของเชื้อสาเหตุภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ด้วยกำลังขยาย 400 และ 1000 เท่า ตามลำดับ

ทำการแยกและเลี้ยงเชื้อรา *P. destructans* ให้เป็นเชื้อบริสุทธิ์ โดยนำตัวอย่างใบยูคา ลิปดส์ที่เป็นโรคซึ่งเก็บจากแต่ละพื้นที่ที่มามีบนกระดาดขึ้นที่อยู่ในจานเลี้ยงเชื้อ เพื่อให้เชื้อรา ปล่อยกลุ่มของสปอร์ออกจาก fruiting body ใช้หลอดแก้ว (capillary tube) ลนไฟแล้วดึงปลายให้แหลม เจียเอากลุ่มของสปอร์ นำไปเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ Potato Dextrose Agar (PDA) และ Carrot Agar (CA) เพื่อให้เชื้อราเจริญและสร้างกลุ่มของสปอร์สีดำ (spore mass) เชื้อราที่แยกได้จากตัวอย่างใบในแต่ละพื้นที่ ถือเป็นตัวแทนของพื้นที่นั้น

เมื่อแยกเชื้อบริสุทธิ์จากแต่ละตัวอย่างได้แล้ว ทำ single spore isolation ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ stereo microscope โดยใช้หลอดแก้วปลายแหลมที่ฆ่าเชื้อแล้ว เจียแยกเอาสปอร์ของเชื้อราจำนวน 1 สปอร์ ไปเลี้ยงบนอาหาร PDA โดยเชื้อราที่แยกได้ จาก 1 single spore จัดเป็นเชื้อสาเหตุโรค 1 isolate เปรียบเทียบลักษณะของเชื้อแต่ละ isolate โดยดูจากการเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ลักษณะของโคโลนี การสร้างสปอร์ ลักษณะของสปอร์ หากมีลักษณะเหมือนกันก็จะคัดเลือกเชื้อเพียง 1 isolate เพื่อเป็นตัวแทนของเชื้อราสาเหตุโรคและนำไปใช้ทดสอบในขั้นตอนต่อไป

3.2 ลักษณะทางสรีรวิทยา

3.2.1 การทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อราบนอาหารสังเคราะห์ โดยนำ spore mass ของเชื้อราแต่ละ isolate เกลี่ยลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อรา Malt Extract Agar (MEA) บ่มจนเชื้อมีอายุ 15 วัน ทดสอบการเจริญเติบโตบนอาหารสังเคราะห์ ได้แก่ PDA CA MEA และ V8A โดยใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร เจาะอาหารที่มีเชื้อราเจริญอยู่ วางตรงกลางอาหาร PDA CA V8A และ MEA นำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 25 °C ในสภาพมืด (Crous, 1998) วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนี เมื่อเชื้อราที่มีอายุ 15, 30, 45 และ 60 วัน วางแผนการทดลองแบบ 4x7 Factorial Experiment in Complete Randomized Design (CRD)

นำเชื้อราที่ทดสอบการเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ที่มีอายุ 6 วัน มาตรวจสอบปริมาณการสร้างสปอร์ โดยการตัดโคโลนีของเชื้อราทั้งหมดที่เจริญอยู่บนอาหารวุ้น แต่

ละชนิดใส่แยกกันใน flask ขนาด 250 มิลลิลิตรที่มีน้ำกลั่นซึ่งนิ่งมาเชื้อแล้ว ปริมาตร 100 มิลลิลิตร โดยเชื้อรา 1 โคโลนี ต่อน้ำกลั่น 1 flask เป็น 1 ซ้ำ จากเชื้อราแต่ละ isolate จำนวน 7 ซ้ำ นำไปเขย่าเป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้สปอร์กระจายอย่างสม่ำเสมอในน้ำ ตรวจสอบปริมาณสปอร์เพื่อหาค่าความเข้มข้นของสปอร์ต่อมิลลิลิตร โดยการเจือจางด้วยน้ำกลั่นแล้วนับด้วย haemocytometer ภายใต้อุปกรณ์จุลทรรศน์ชนิด compound microscope

3.2.2 ทดสอบระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการสร้างสปอร์ของเชื้อรา โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดที่ทำให้เชื้อเจริญได้ดีที่สุดและสร้างสปอร์ได้มากที่สุด เลี้ยงเชื้อราบนอาหารดังกล่าวแล้วบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 15, 20, 25 และ 30 °C ในที่มืด (ดัดแปลงจาก Crous, 1991) โดยแต่ละอุณหภูมิประกอบด้วยจานเลี้ยงเชื้อ จำนวน 10 ซ้ำ วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเมื่อเชื้อราอายุ 60 วัน และตรวจสอบปริมาณการสร้างสปอร์ที่แต่ละระดับอุณหภูมิ

4. การศึกษากระบวนการเข้าทำลายของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* บนใบของกล้วยคาลิปัส และการศึกษาสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง

4.1 ความงอกของสปอร์

ศึกษาการงอกของสปอร์เชื้อราบนผิวใบกล้วยคาลิปัส อายุ 3 เดือนในสภาพโรงเรือนและบนอาหารวุ้นในห้องปฏิบัติการ เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์ โดยใช้สปอร์จากเชื้อราอายุ 15-20 วัน เพื่อเตรียม spore suspension เข้มข้น 1×10^6 สปอร์/มิลลิลิตร นำไปหยดลงบนใบของกล้วยคาลิปัสที่ทำเครื่องหมายไว้ ขนาดพื้นที่ 1×1 เซนติเมตร ปิดคลุมใบด้วยถุงพลาสติกเพื่อรักษาความชื้น ตรวจสอบการงอกของสปอร์ที่ 12, 24, 36, 48, 52 และ 72 ชั่วโมงหลังการปลูกเชื้อ นับการงอกของสปอร์ที่ผิวใบโดยการทาผิวใบด้วยน้ำยาทาเล็บ ทิ้งให้แห้ง ลอกออกวางบนสไลด์แก้ว และตรวจดูใต้อุปกรณ์จุลทรรศน์

4.2 การศึกษาระยะเวลาที่เชื้อราสามารถก่อให้เกิดโรค (incubation period) และความสามารถในการเข้าทำลายของเชื้อรา *P. destructans*

ทดสอบปลูกเชื้อรา *P. destructans* ที่แยกได้จากวิธี single spore isolation ลงบนใบต้นกล้วยคาลิปัสจำนวนสองชนิด อายุ 3 เดือน คือ *E. camaldulensis* และ *E. urophylla* ภายใ

สภาพโรงเรือน ด้วยการฉีดพ่นสารละลายสปอร์ความเข้มข้นตั้งแต่ 1×10^5 สปอร์ต่อมิลลิลิตรขึ้นไป แล้วคลุมดินกล้าด้วยถุงพลาสติกขึ้น เป็นเวลา 3 และ 5 วัน บันทึกและทำการเก็บข้อมูลสภาพอากาศ โดยใช้เครื่องมือเก็บข้อมูลสภาพอากาศแบบอัตโนมัติ (data logger) ตั้งแต่เริ่มปลูกเชื้อจนเกิดโรค สังเกตอาการของโรค หากความสัมพันธ์ของระยะเวลาที่ใบพืชได้รับความชื้นหลังการปลูกเชื้อ ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรค ได้แก่ อุณหภูมิ และความชื้น และระยะเวลาที่เชื้อราสามารถก่อให้เกิดโรคได้ ตั้งแต่เริ่มปลูกเชื้อจนกระทั่งพืชแสดงอาการ

4.3 การประเมินการเกิดโรคใบไหม้ในสภาพโรงเรือน

การปลูกเชื้อราสาเหตุโรคเพื่อประเมินการเกิดโรคบนใบกล้วยาลิปตัส อายุ 3 เดือน ภายในสภาพโรงเรือน วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) โดยใช้กล้าไม้ยูคาลิปตัส จำนวน 6 สายต้นๆ ละ 8 ขั้ว ฉีดพ่น spore suspension ที่ระดับความเข้มข้น 2.5×10^6 สปอร์/มิลลิลิตร ลงบนใบกล้าให้ทั่วทั้งบนใบและใต้ใบ โดยปลูกเชื้อบนใบของกิ่งในระดับยอด กิ่งที่อยู่ในระดับทรงพุ่มส่วนกลางต้น และกิ่งที่อยู่ในระดับทรงพุ่มส่วนล่างของต้น คลุมดินกล้าด้วยถุงพลาสติกขึ้น รัดปากถุงพลาสติกเพื่อรักษาความชื้นและบ่มไว้เป็นเวลา 5 วัน แล้วจึงเอาถุงพลาสติกออก ตรวจสอบผลการปลูกเชื้อโดยสังเกตและบันทึกระยะเวลาที่สามารถสังเกตพบอาการของโรคทุกวัน ประเมินความรุนแรงของการเกิดโรคในแต่ละสายต้นหลังปลูกเชื้อ 60 วัน โดยการให้ระดับคะแนนของการเกิดโรคและคำนวณค่าดัชนีของการเกิดโรคเช่นเดียวกับในข้อ 2 พร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สถิติ SAS

5. ตรวจสอบความสามารถติดไปกับเมล็ดพันธุ์ของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* และการถ่ายทอดสู่ต้นกล้วยาลิปตัส

ตรวจสอบการถ่ายทอดเชื้อสาเหตุโรคใบไหม้จากผลสู่เมล็ด โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างจากแปลงปลูกที่มีอาการโรค ตัวอย่างละอย่างน้อย 100 ผล ใช้ส่วนของผลและเปลือกผลที่ติดกับเมล็ดของยูคาลิปตัส ฆ่าเชื้อที่ผิวด้วย 1% sodium hypochlorite เป็นเวลา 10 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อแล้วนำไปวางเพื่อแยกเชื้อบนอาหาร PDA โดยวางด้านที่มีรอยแตกของผลให้ติดกับอาหาร แล้วบ่มจานเลี้ยงเชื้อที่ 25°C สภาพแสงมืด 12 ชั่วโมง และแสงสว่าง 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 7 และ 14 วัน ทำการตรวจหาเชื้อที่สามารถติดไปกับเนื้อเยื่อภายในผลและเปลือกผลบนอาหารวุ้น

ตัวอย่างเมล็ดยูคาลิปตัสในพื้นที่แปลงปลูกที่แสดงอาการของโรค ทดสอบหาเชื้อราที่สามารถติดมากับเมล็ดได้ จำนวน 400 เมล็ด ต่อ 1 ตัวอย่าง โดยวิธีการ

- blotter method : ใช้กระดาษกรองขึ้นรอกันงานแก้วเลี้ยงเชื้อ นำเมล็ดที่ทำการสุ่มแล้ว วางบนกระดาษขึ้นจำนวน 25 เมล็ด ต่อจาน ทำทั้งหมดรวม 16 จาน

- agar method : ฆ่าเชื้อที่ผิวเมล็ดด้วย 1% sodium hypochlorite เป็นเวลา 5 นาที เทออกแล้วตามด้วยล้างน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง ซับเมล็ดให้แห้งด้วยกระดาษฆ่าเชื้อ นำเมล็ดวางบนอาหารวุ้น PDA จำนวน 25 เมล็ดต่อจาน รวมทั้งหมด 16 จาน

บ่มเมล็ดยูคาลิปตัสจากทั้งสองวิธีการภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (incubator) ที่ 25 °C เป็นระยะเวลา 7 วัน แล้วตรวจสอบเชื้อราบนเมล็ดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิด stereo microscope

ตรวจสอบการถ่ายทอดเชื้อรา *P. destructans* จากเมล็ดสู่ต้นกล้า โดยใช้ชุดต้นกล้าที่เพาะด้วยวิธี agar method ที่ไม่พบโรคบนเมล็ด บ่มไว้จนงอกใบเลี้ยงและใบจริง โดยตรวจสอบหาเชื้อสาเหตุโรคทั้งในระยะสร้างใบเลี้ยงและระยะใบจริง จำนวน 2-4 ใบ สังเกตและบันทึกผล

ผลและวิจารณ์

1. การสำรวจการเกิดโรคใบไหม้ของยูคาลิปตัสที่ปลูกในพื้นที่ภาคต่างๆ

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างโรคใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* ของยูคาลิปตัสชนิด *Eucalyptus camaldulensis* *E. urophylla* และยูคาลิปตัสลูกผสมในพื้นที่ภาคต่างๆ รวม 8 จังหวัดได้แก่ จังหวัดฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี สระแก้ว กาญจนบุรี ชลบุรี ระยอง นครราชสีมา และเลย ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2549 พบว่ามีการเข้าทำลายของเชื้อรา *P. destructans* ในทุกพื้นที่ที่สำรวจ โดยพบการเกิดโรคในระยะกล้าไม้เพียงแห่งเดียวคือ ที่สวนป่าลาดกระทิง อ.สนามชัยเขต จ. ฉะเชิงเทรา ซึ่งเป็นกล้าไม้ค้างปีและอยู่ใกล้แปลงปลูกที่พบโรค สำหรับจังหวัดอื่นๆ พบโรคใบไหม้เฉพาะในแปลงปลูก ทั้งเพื่อคัดเลือกสายต้นและเพื่อผลิตเนื้อไม้ อาการโรคใบไหม้ของ *Eucalyptus camaldulensis* เริ่มต้นมีจุดสีเหลืองอ่อนบนใบ ขอบแผลไม่ชัดเจนทั้งด้านบนและด้านใต้ใบ ต่อมาแผลของโรคขยายออกและมีสีเหลืองจนกระทั่งเป็นแผลไหม้สีน้ำตาล ส่วนอาการที่พบใน *E. urophylla* มีลักษณะที่แตกต่างจาก *E. camaldulensis* คือ เริ่มต้นเป็นจุดสีแดงขนาดเล็ก ต่อมาจุดขยายออก บริเวณของแผลเป็นสีเขียวอ่อนและไม่เปลี่ยนเป็นสีเหลือง แผลมีขอบสีแดง รูปร่างไม่แน่นอน และพบสปอร์ของเชื้อราถูกปลอ่ยออกมาที่บริเวณผิวที่อยู่ด้านใต้ใบของยูคาลิปตัสทั้งสองชนิดดังกล่าว ใบยอดหรือใบอ่อนของต้นที่แสดงอาการรุนแรง มีขนาดเล็กแกร็น บิดเบี้ยว และหลุดร่วงง่าย ลักษณะอาการของโรคในเรือนเพาะชำกล้าไม้ และสภาพแปลงปลูกที่อายุและพื้นที่ต่างๆ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้และดังแสดงในตารางที่ 3

1. ยูคาลิปตัสลูกผสมในโรงเรือนเพาะชำกล้าไม้ อายุประมาณ 1 ปี ในแปลงปลูก อายุ 3 ปี ที่ อ. สนามชัยเขต สำรวจในช่วงเดือนมิถุนายน 2549 (ภาพที่ 6) และแปลงปลูกทดสอบสายต้น อายุ 4 ปี ที่ อ.ท่าตะเกียบ จ. ฉะเชิงเทรา มีอาการของโรครุนแรงมากในช่วงเดือนตุลาคม 2549 (ภาพที่ 7) และลดความรุนแรงลงเมื่อสภาพอากาศแห้งหรือมีความชื้นในอากาศน้อย และมีอุณหภูมิสูง อาการของโรคมีความรุนแรงมากขึ้นในต้นที่มีการเข้าทำลายร่วมกันของเชื้อรา *Cryptosporiopsis eucalypti*, *Mycosphaerella* spp. และ *Pseudocercospora* spp.

2. ยูคาลิปตัส (*E. camaldulensis*) อายุ 4 ปี แปลงของเกษตรกร อ. ศรีมหาโพธิ์ จ. ปราจีนบุรี มีโรคเข้าทำลายไม่มากและต้นค่อนข้างต้านทานต่อโรค สำหรับแปลงปลูกทดสอบบน

คันทนา อายุ 3 ปี ในเขตพื้นที่ อ. ศรีมโหสถ จ. ปราจีนบุรี สํารวจในเดือนกุมภาพันธ์ 2549 พบจุดแผลของโรคมีสีเหลืองบนใบแก่ในระดับทรงพุ่มส่วนล่าง และต้นไม้ไม่เกิดความเสียหายจากโรคมานัก เนื่องจากระยะห่างระหว่างต้นค่อนข้างมาก และเป็นแปลงปลูกที่มีขนาดเล็ก (ภาพที่ 8)

3. แปลงปลูกยูคาลิปตัส *E. camaldulensis* ของเกษตรกร อายุ 5 ปี อ. วังน้ำเย็น จ. สระแก้ว สํารวจในเดือนกุมภาพันธ์ 2549 พบใบไหม้เสียหายตามกิ่งก้าน และใบอ่อนแสดงอาการใบเหลืองใบไหม้

4. แปลงปลูกทดสอบสายพันธุ์ยูคาลิปตัสลูกผสมระหว่าง *E. urophylla* และสายพันธุ์อื่น อายุ 1 ปี ของบริษัทเอกชน อ. พนมทวน จ. กาญจนบุรี สํารวจในเดือน มีนาคม 2549 พบอาการใบและยอดไหม้ ใบม้วนงอ เชื้อราสร้างสปอร์บนผิวพืชจำนวนมาก (ภาพที่ 9)

5. แปลงปลูกยูคาลิปตัส *E. camaldulensis* อายุ 2-3 ปี ของเกษตรกร อ. บางละมุง จ. ชลบุรี พบอาการใบเหลืองใบไหม้และใบร่วง โรคใบไหม้ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *P. destructans* พบมากกับใบอ่อนที่แตกใหม่ออกมา หลังจากยูคาลิปตัสมีอาการใบจุด ใบไหม้และร่วง จากเชื้อรา *Cryptosporiopsis eucalypti*

6. แปลงปลูกยูคาลิปตัส *E. camaldulensis* อายุ 2-3 ปี ของเกษตรกร อ. บ้านฉาง จ. ระยอง มีลักษณะการเกิดโรคเช่นเดียวกับที่ จ. ชลบุรี คือใบร่วงแล้วแตกใบอ่อนและแสดงอาการใบไหม้ในใบแก่ตามมา

7. แปลงปลูกทดสอบแม่ไม้ *E. urophylla* อายุ 8 ปี สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อ. วังน้ำเขียว จ. นครราชสีมา ซึ่งยูคาลิปตัสส่วนใหญ่เป็นชนิด *E. urophylla* และลูกผสม สํารวจในเดือนตุลาคม 2548 พบอาการของโรคมากบนใบของต้นคอ และบนใบที่ระดับทรงพุ่มส่วนล่างของต้นแม่ไม้ที่โตมากแล้ว (ภาพที่ 10) โดยเชื้อราทำให้เกิดอาการใบไหม้รุนแรง เชื้อราสร้างกลุ่มสปอร์สีดำจำนวนมากด้านใต้ใบ พบอาการของโรครุนแรงมากในช่วงฤดูฝน

8. แปลงปลูก *E. camaldulensis* อายุ 2 ปี ของเกษตรกร อ. ด่านซ้าย จ. เลย ในช่วงมีอาการใบและยอดหงิกงอ ใบไหม้ใบร่วง แสดงอาการรุนแรงมากและแพร่ระบาดได้รวดเร็วในช่วงเดือนกันยายน 2549 ซึ่งเป็นฤดูฝนและเกิดขึ้นหลังจากฝนตกชุกติดต่อกันหลายวันและสภาพอากาศ

มีความชื้นสูง (ภาพที่ 11) จากอาการดังกล่าวพบการเข้าทำลายร่วมกันของเชื้อรา *P. destructans* และ *C. eucalypti* ซึ่งทำให้เกิดอาการใบจุดใบไหม้และร่วง แล้วตามมาด้วยอาการกิ่งแห้งตายจากยอด (die back)

สำหรับความรุนแรงของการเกิดโรคมีความแตกต่างกันไปตามช่วงเวลาที่สำรวจ คือ หากสำรวจในช่วงฤดูฝนที่มีฝนตกชุก มีความชื้นในอากาศสูง จะพบโรคมามากทั้งในแปลงปลูกของ *E. camaldulensis*, *E. urophylla* และยูคาลิปตัสลูกผสม ตัวอย่างเช่นที่ อ. ด่านซ้าย จ. เลย หลังจากที่มีฝนตกติดต่อกันหลายวัน อาการของโรคที่พบมีความรุนแรงมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอาการเกิดโรคใบไหม้จากแปลงที่มีการสำรวจทั้งหมด และมีการเข้าทำลายร่วมกันของเชื้อราทำลายใบหลายชนิด โดยเฉพาะเชื้อรา *Cryptosporiopsis eucalypti* และ *P. destructans* ทำให้เกิดการร่วงของใบอย่างรุนแรง การแพร่กระจายและการเกิดโรคใบไหม้ ส่วนมากพบในช่วงฤดูฝนจนถึงกลางฤดูหนาว (พฤษภาคม ถึง ธันวาคม) และพบได้น้อยลงเมื่อสภาพอากาศแห้งแล้ง โดยเฉพาะในช่วงเดือนเมษายน อาการของโรคบนใบในช่วงนี้จะพบเพียงแผลจุดหรือไหม้สีน้ำตาลขนาดเล็กบนใบ *E. camaldulensis* เท่านั้น

การศึกษารั้งนี้พบการแพร่ระบาดของโรคใบไหม้ในประเทศไทยมากขึ้น ทั้งนี้โดยพิจารณาจากระยะเวลาที่พบโรคนี้เป็นครั้งแรกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 จากแปลงปลูก *E. camaldulensis* ในพื้นที่ อ. บางละมุง จ. ชลบุรี และ อ. พนมสารคาม จ. ฉะเชิงเทรา ซึ่งช่วงระยะเวลาดังกล่าวพบการกระจายของโรคในพื้นที่ อ. เมือง จ. นครราชสีมา ชลบุรี และระยอง จังหวัดเหล่านี้มีการส่งเสริมการปลูกยูคาลิปตัสมาก จึงพบโรคได้ทั่วไป (กฤษณา, 2548) และจากการสำรวจติดตามการเกิดโรคในช่วงเดือนพฤษภาคม 2548- เดือนตุลาคม 2549 พบการกระจายของโรคเพิ่มมากขึ้นในพื้นที่ อ. พนมทวน จ. กาญจนบุรี และ อ. ด่านซ้าย จ. เลย โดยเชื้อราเข้าทำลาย *E. camaldulensis* ซึ่งเป็นชนิดที่ใช้เพื่อการค้าค่อนข้างมาก นอกจากนี้การสำรวจในแปลงแม่ไม้ พบการเกิดโรคใบไหม้ของ *E. urophylla* ด้วย ซึ่งเป็นยูคาลิปตัสชนิดที่ Wingfield (1996) ได้รายงานว่าจะน่าจะเป็นโรคใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *P. destructans* และเป็นการพบครั้งแรกในประเทศอินโดนีเซียและหมู่เกาะปาปัวนิวกินี ด้วย และจากการสำรวจที่พบว่า อาการใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *P. destructans* บนใบของ *E. urophylla* มีลักษณะที่แตกต่างไปจากอาการบนใบของ *E. camaldulensis* คือ ขอบแผลมีสีแดงและแผลโรคยังมีสีเขียวแต่มีกลุ่มของสปอร์บนแผลด้านใต้ใบนั้น สอดคล้องกับ Crous *et al.* (1989) ที่ได้รายงานถึงลักษณะอาการของโรคที่แตกต่างกัน ในยูคาลิปตัสหลายชนิดที่อยู่ใน subgenus *Symphyomyrtus* สาเหตุมาจากเชื้อรา *Phaeoseptoria eucalypti* ซึ่งเป็นชื่อเดิมของเชื้อรา

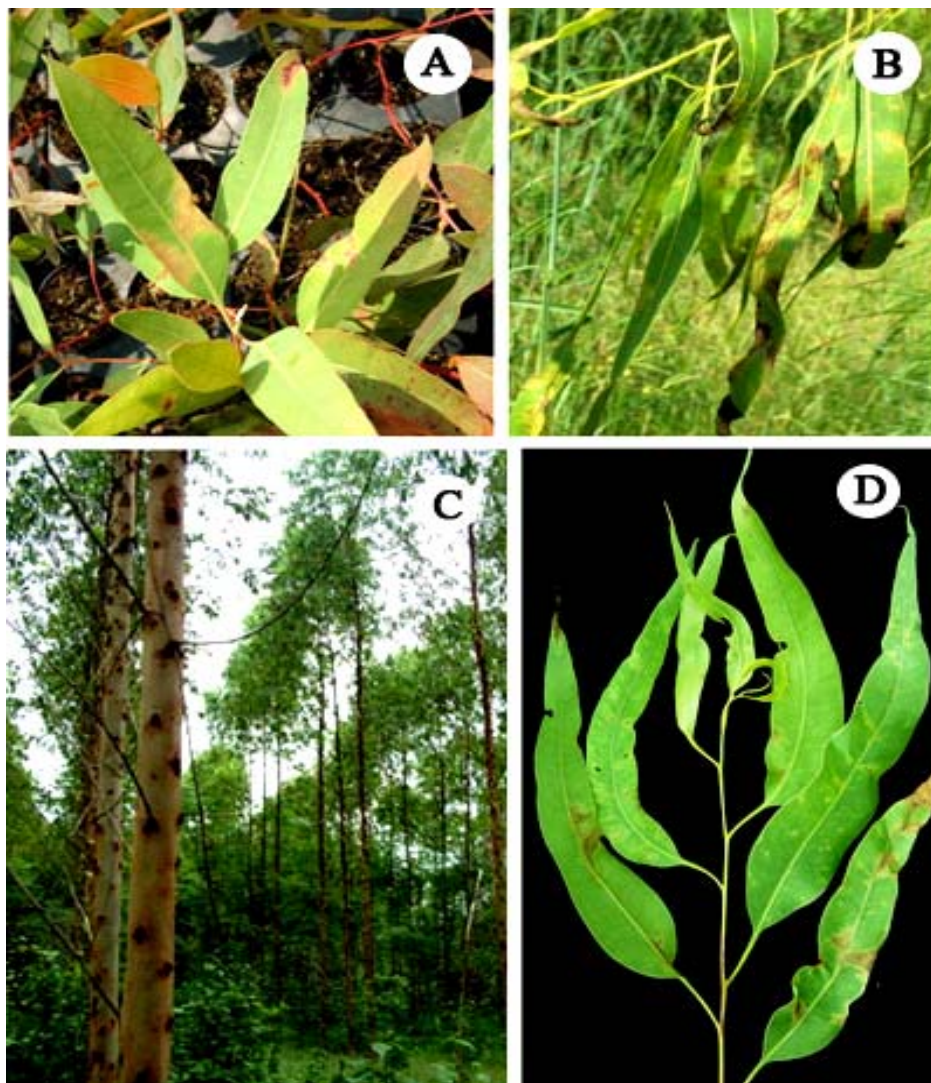
Phaeopheospora eucalypti และมีอาการของโรคคล้ายคลึงกับ *P. destructans* (Crous et al., 1997) การเข้าทำลายของเชื้อราใน genus *Phaeopheospora* พบเฉพาะในยูคาลิปตัสเท่านั้น (กฤษณา, 2548: Crous, 1989; Crous, 1997) ดังนั้น จึงเป็นเชื้อที่ควรให้ความสนใจศึกษา วิจัย และทดลองเพื่อหาสายพันธุ์ด้านทานก่อนที่จะมีการแพร่ระบาดไปมากกว่าปัจจุบัน

ตารางที่ 3 ลักษณะอาการที่พบจากการสำรวจโรคใบไหม้ยูคาลิปตัสจากพื้นที่ในจังหวัดต่างๆ

แหล่งปลูก	ชนิด	อายุ	ลักษณะอาการของโรค
อ. สนามชัยเขต จ. ฉะเชิงเทรา	ยูคาลิปตัสลูกผสม <i>E. camaldulensis</i>	กล้าไม้ 1 ปี แปลงปลูก 3 ปี	- ใบของกล้าไม้มีอาการจุดแผลสีแดงขนาดเล็ก รูปร่างไม่แน่นอน ซึ่งต่อมาเกิดอาการแผลไหม้สีน้ำตาล พบจุดสีดำขนาดเล็กบนแผล - ต้นจากแปลงปลูก พบแผลไหม้สีเหลืองและสีน้ำตาลบนใบ พบ spore masses สีดำ บนแผล
อ.ท่าตะเกียบ จ. ฉะเชิงเทรา	<i>E. camaldulensis</i> <i>E. urophylla</i> และ ยูคาลิปตัสลูกผสม	4 ปี	- <i>E. camaldulensis</i> แผลไหม้สีเหลืองและสีน้ำตาลบนใบ พบ spore masses สีดำ บนแผล - <i>E. urophylla</i> และ ยูคาลิปตัสลูกผสมมีอาการใบเหลือง ขอบแผลบนใบมีสีแดงเชื้อราสร้าง spore masses สีดำจำนวนมากได้ใบ
อ. ศรีมโหสถ	<i>E. camaldulensis</i>	3 ปี	- จุดแผลของโรคมีสีเหลืองขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร บนใบแก่ในระดับทรงพุ่มส่วนล่าง
อ. ศรีมหาโพธิ์ จ. ปราจีนบุรี	ยูคาลิปตัสลูกผสม	3 ปี	- ต้นมีแผลสีเหลืองขนาดเล็กมาก อาการไม่ชัดเจน พบบนใบแก่
อ. วังน้ำเย็น จ. สระแก้ว	<i>E. camaldulensis</i>	5 ปี	ใบไหม้เสียหายตามกิ่งก้าน และใบอ่อนแสดงอาการใบเหลืองใบไหม้

ตารางที่ 3 (ต่อ)

แหล่งปลูก	ชนิด	อายุ	ลักษณะอาการของโรค
อ. พนมทวน จ. กาญจนบุรี	ยูคาลิปตัสลูกผสม	1 ปี	ใบและยอดอ่อนไหม้เป็นสีน้ำตาล ใบ ม้วนงอ เชื้อราสร้างสปอร์บนผิวใบ พืชจำนวนมาก
อ. บางละมุง จ. ชลบุรี	<i>E. camaldulensis</i>	2-3 ปี	ใบไหม้ สีเหลือง ใบอ่อนที่แตกใหม่มี spore masses จำนวนมากบนผิวใบ
อ. บ้านฉาง จ. ระยอง	<i>E. camaldulensis</i>	3 ปี	ใบร่วงแล้วแตกใบอ่อนและแสดง อาการใบไหม้ในใบแก่
สถานีวนวัฒนวิจัย สระแก้ว อ. วังน้ำเขียว จ. นครราชสีมา	<i>E. urophylla</i>	8 ปี	ใบของต้นตอมีอาการด่างเหลือง ด้าน ใต้ใบพบ spore masses จำนวนมาก ใบที่แก่มากๆ มีอาการไหม้สีน้ำตาล ขอบแผลสีแดง
อ. ค่ายแซ่ จ. เลย	<i>E. camaldulensis</i>	2 ปี	ใบและยอดหักงอ ใบไหม้และใบ ร่วงรุนแรงมาก เนื้อใบที่ไหม้หดย่น เชื้อราสร้าง fruiting bodies และ spore mass ที่ผิวใบ



ภาพที่ 6 ลักษณะอาการของโรคใบไหม้ยูคาลิปตัสในพื้นที่ อ. สนามชัยเขต จ. ฉะเชิงเทรา

A. อาการบนใบของกล้าไม้ อายุ 6 เดือน

B. - D. ขนาดของต้นที่ตรวจพบการเกิดโรคและอาการบริเวณส่วนยอดของต้น
อายุ 4 ปี ในสภาพแปลงปลูก สำรวจในเดือนมิถุนายน 2549



ภาพที่ 7 ลักษณะอาการใบไหม้ในยูคาลิปตัสลูกผสม อายุ 4 ปี ในพื้นที่
อ. ท่าตะเกียบ จ. ฉะเชิงเทรา สำรวจในช่วงเดือนตุลาคม 2549



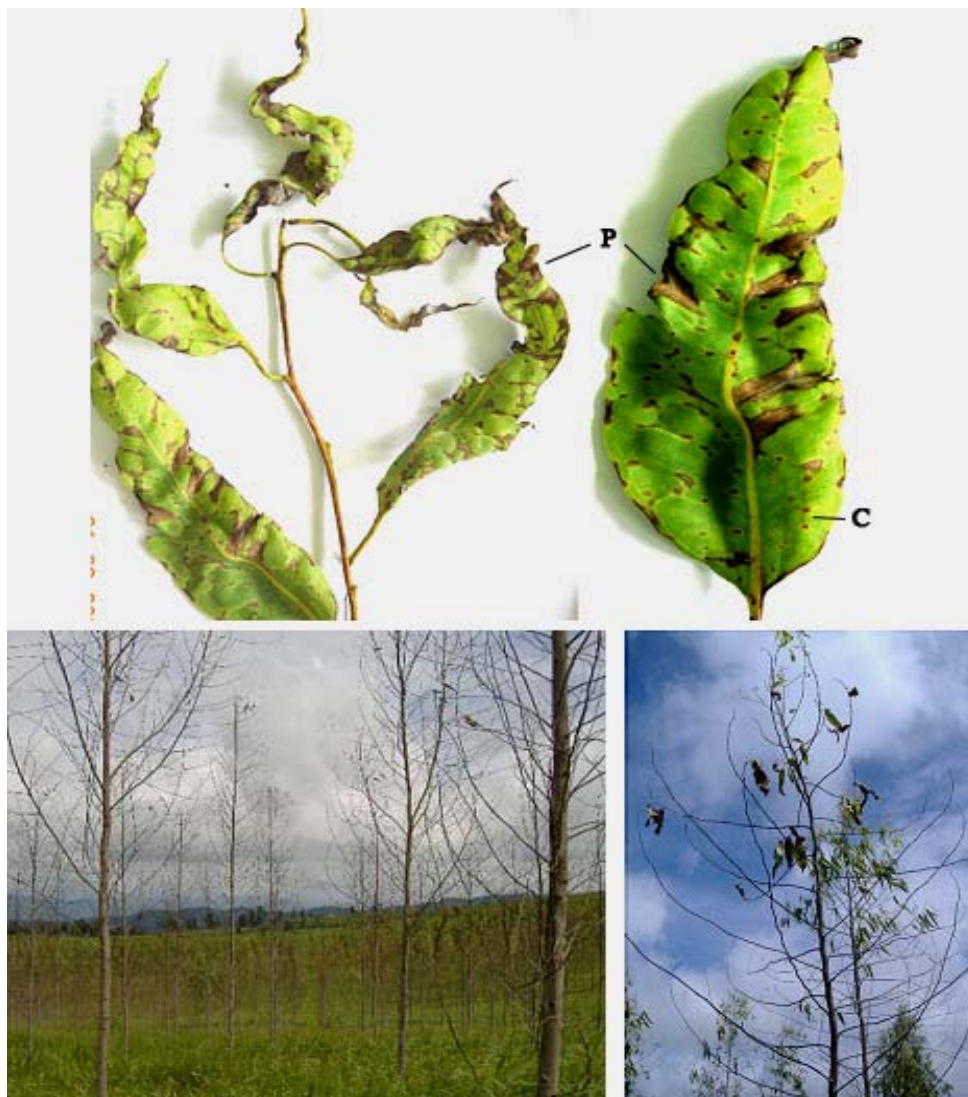
ภาพที่ 8 อาการของโรคใบไหม้ของ *Eucalyptus camaldulensis* ในพื้นที่ อ. ศรีมหาโพธิ์
จ. ปราจีนบุรี จากแปลงที่ปลูกบนคันนา อายุ 3 ปี สำรวจในเดือนกุมภาพันธ์ 2549



ภาพที่ 9 อาการใบไหม้ยูคาลิปตัสลูกผสม ในพื้นที่ อ. พนมทวน จ. กาญจนบุรี
สำรวจในเดือนมีนาคม 2549



ภาพที่ 10 อาการโรคใบไหม้บนใบ *Eucalyptus urophylla* ในพื้นที่ สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกล้า
อ. วังน้ำเขียว จ. นครราชสีมา สำรวจในช่วงเดือนตุลาคม 2548



ภาพที่ 11 อาการโรคใบไหม้และใบร่วงรุนแรงในพื้นที่ อ.ด่านซ้าย จ.เลย พบอาการโรคในช่วงเดือนกันยายน 2549

P = อาการใบไหม้สาเหตุจากเชื้อรา *Phaeophleospora destructans*

C = อาการใบจุดสาเหตุจากเชื้อรา *Cryptosporiopsis eucalypti*

2. การประเมินความรุนแรงของการเกิดโรค

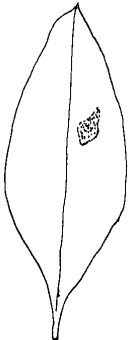
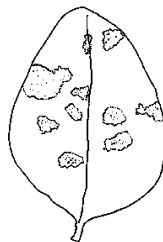
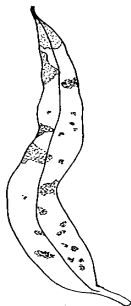
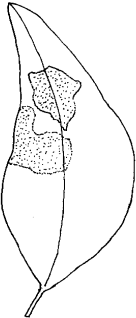
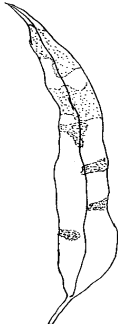
จากการคำนวณหาพื้นที่ผิวใบที่เสียหาย (infected area) จากอาการของโรคใบไหม้ยูคาลิปตัสที่ได้จากการสำรวจและเก็บตัวอย่าง พบลักษณะอาการและรูปแบบของแผล มีความแตกต่างกันทั้งใน *E. camaldulensis*, *E. urophylla* และลูกผสม แบ่งลักษณะอาการตามระดับคะแนนและ infected area ดังตารางที่ 4

การประเมินความรุนแรงของการเกิดโรคใบไหม้ ในแปลงปลูกทดสอบสายต้น (clone) ของ *E. camaldulensis* และลูกผสม ในพื้นที่ อ.ท่าตะเกียบ จ. ฉะเชิงเทรา จำนวน 19 สายต้น พบว่า ค่าดัชนีของการเกิดโรคมีความแตกต่างกัน ดังนั้น ระดับความรุนแรงของการเกิดโรคจึงแตกต่างกันไปด้วย และสามารถนำค่าดัชนีการเกิดโรคมาจัดระดับความรุนแรงออกเป็น ไม่เป็นโรคเลย เป็นโรคระดับต่ำ เป็นโรคระดับปานกลาง เป็นโรคระดับรุนแรง และเป็นโรคระดับรุนแรงมาก ซึ่งมีความหมายว่าสายต้นยูคาลิปตัสมีความต้านทานมาก มีความต้านทาน มีความต้านทานปานกลาง มีความอ่อนแอ และมีความอ่อนแอมาก ตามลำดับ ผลการประเมินระดับความรุนแรงของโรคใบไหม้จากเชื้อรา *P. destructans* ในยูคาลิปตัสทั้ง 19 สายต้น พบสายต้นที่มีความต้านทานต่อโรคมก (Highly Resistant) ได้แก่ A2, A3, B3, B6, KS1, SI2 สายต้นที่มีความต้านทาน (Resistant) ได้แก่ A1, B1, B2, B4, TS5 สายต้นที่มีความต้านทานปานกลาง (Moderately Resistant) ได้แก่ C1 สายต้นที่มีความอ่อนแอปานกลาง (Moderately Susceptible) ได้แก่ A4, A6, A7, B5 และสายต้นที่มีความอ่อนแอมาก (Susceptible) ได้แก่ A5, C2, SI1 ดังตารางที่ 5

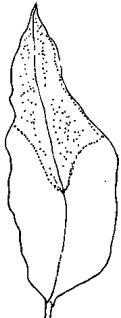
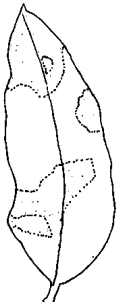
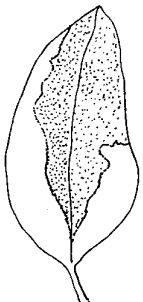
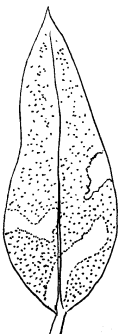
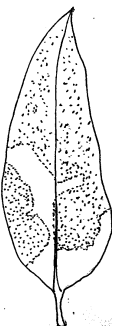
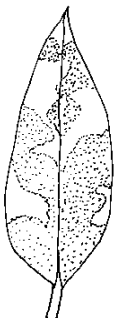
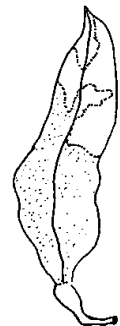
จากการสำรวจโรคของยูคาลิปตัสในแปลงปลูก พบว่าบางสายต้นที่มีความต้านทานต่อเชื้อรา *P. destructans* กลับมีความอ่อนแอต่อเชื้อราชนิดอื่นๆ ที่เข้าทำลายใบ ได้แก่ เชื้อรา *C. eucalypti* *Mycosphaerella* spp. *Pseudocercospora* spp. *Cylindrocladium* spp. และ *Coniella* sp. ทำให้มีลักษณะอาการเฉพาะที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องพยายามจดจำลักษณะอาการของโรคที่สำรวจให้แม่นยำ การศึกษาลักษณะอาการที่ใบในระยะต่างๆ และการคำนวณค่า Infected area ของใบ แล้วนำมาใช้ร่วมกับการให้ระดับคะแนนนั้น ช่วยให้สามารถตัดสินใจในการให้ระดับคะแนนได้ง่ายขึ้น

สำหรับการประเมินการเกิดโรคทางใบของยูคาลิปตัสในประเทศไทยที่ผ่านมา ส่วนมากเป็นการประเมินโรคที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *C. eucalypti* (กฤษณา, 2542; เดชา, 2547) ซึ่งทำให้เกิดอาการใบจุดใบไหม้ และใบร่วงอย่างรุนแรง นอกจากนี้ยังทำให้เกิดอาการตายจากยอด (die back) และอาการ canker ค้ำย (Old, 2003a)

ตารางที่ 4 ระดับคะแนนของโรคตามเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวใบที่เสียหายจากโรคใบไหม้ (% Infected area)

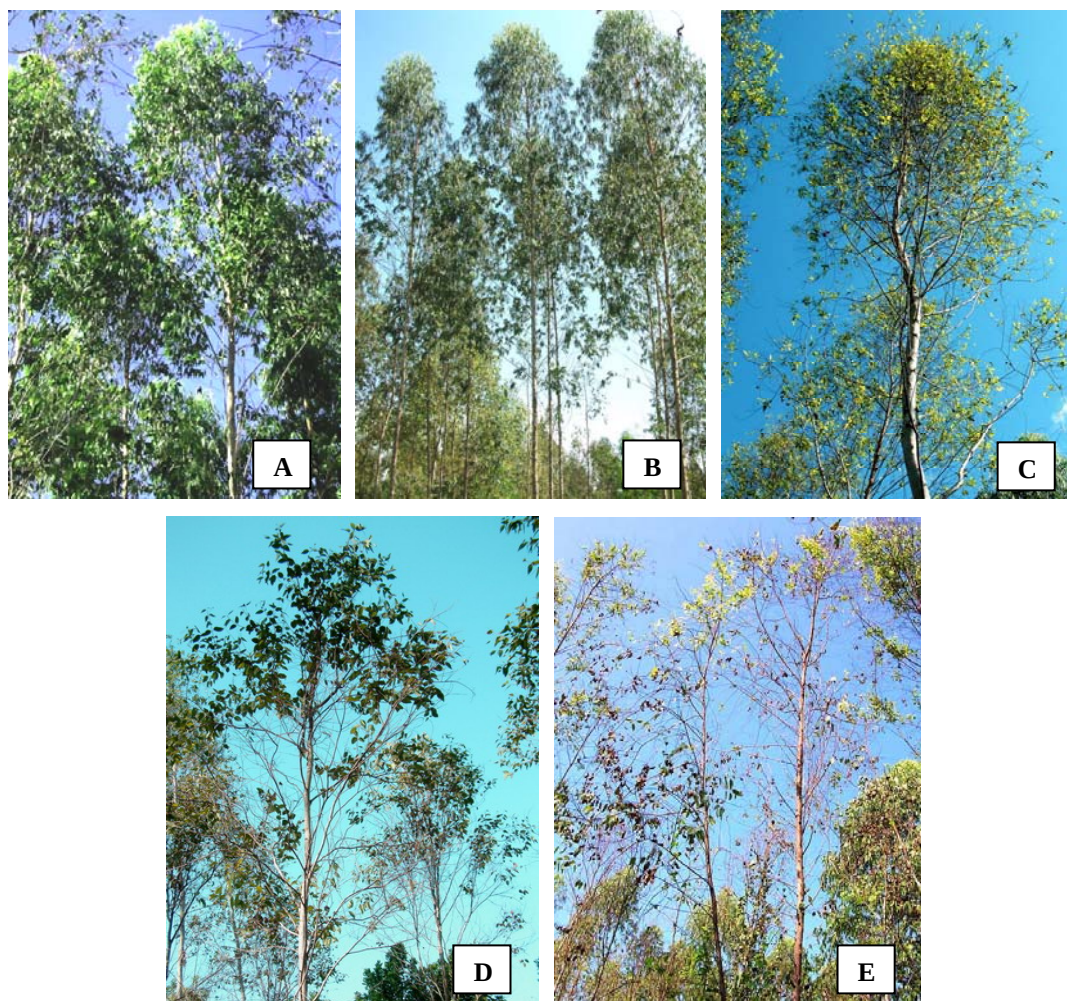
ระดับคะแนน	ลักษณะอาการและพื้นที่ผิวใบที่เสียหาย (%)						
	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>			<i>Eucalyptus urophylla</i> และ ลูกผสมต่างๆ			
ระดับคะแนน = 1 Infected area = 1-10%							
	2.22	3.70	4.17	4.0	5.0	7.4	9.52
ระดับคะแนน = 2 Infected area = 11-30%							
	16.25	17.73	24.44	11.2	13.46	22.7	29.9

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ระดับคะแนน	ลักษณะอาการและพื้นที่ผิวใบที่เสียหาย (%)					
	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>			<i>Eucalyptus urophylla</i> และ ลูกผสมต่างๆ		
ระดับคะแนน = 3 Infected area = 31-50%						
	34.0	37.04	40.47	34.23	36.5	47.67
ระดับคะแนน = 4 Infected area = >50%						
	83.3	72.7	65.0	52.6	68.0	85.7

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความรุนแรงของโรคใบไหม้จากเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* ในแปลงทดสอบยุคาลิปดัส จำนวน 19 สายต้น ที่ปลูกใน อ. ท่าตะเียบ จ. ฉะเชิงเทรา

ดัชนีการเกิดโรค (Disease index: %)	ความรุนแรงของโรค	ระดับความต้านทาน ของสายต้น	สายต้น
0 %	ไม่แสดงอาการของโรคหรือไม่ เกิดโรคเลย (Nil)	ต้านทาน (Highly Resistant)	A2, A3, B3, B6, KS1, SI2
1-30%	การเกิดโรคอยู่ในระดับต่ำ (Low)	ต้านทาน (Resistant)	A1, B1, B2, B4, TS5
31-50%	การเกิดโรคอยู่ในระดับปาน กลาง (Medium)	ต้านทานปานกลาง (Moderately Resistant)	C1
51-75%	การเกิดโรคอยู่ในระดับมาก (High)	อ่อนแอปานกลาง (Moderately Susceptible)	A4, A6, A7, B5
>75%	การเกิดโรคอยู่ในระดับมาก ที่สุด (Extreme)	อ่อนแอ (Susceptible)	A5, C2, SI1



ภาพที่ 12 ตัวอย่างโดยรวมทั้งต้นของยูคาลิปตัสที่แสดงอาการโรคใบไหม้จาก *Phaeophleospora destructans* จากแปลงปลูกยูคาลิปตัส อายุ 4 ปี ที่ทำการประเมินการเกิดโรคใน อ. ท่าตะเกียบ จ. ฉะเชิงเทรา แบ่งตามลักษณะอาการในระดับต่างๆ

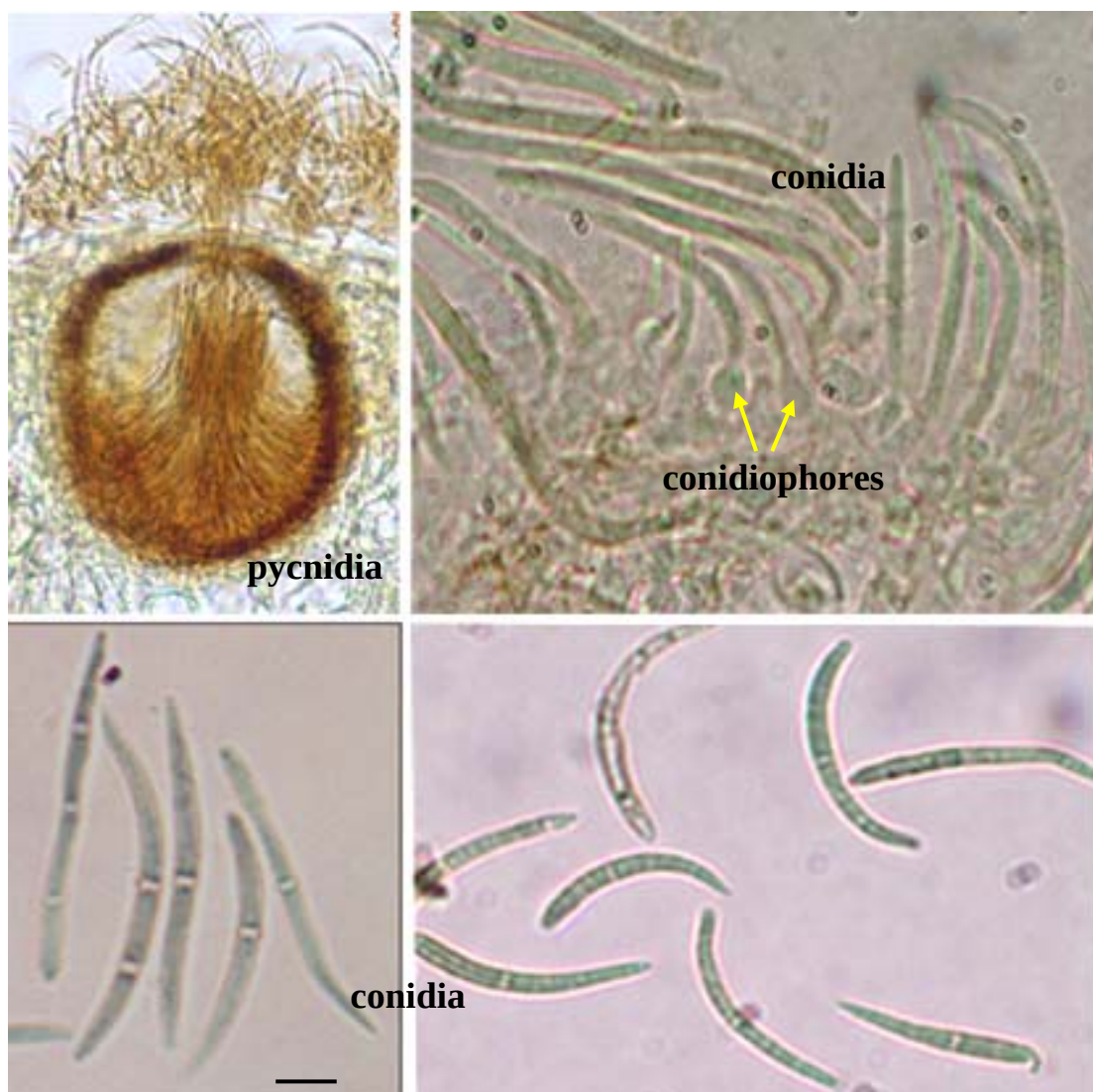
- A. ไม่แสดงอาการ โรคใบไหม้ มีความต้านทานมาก (Highly Resistant)
- B. ต้านทาน (Resistant)
- C. ต้านทานปานกลาง (Moderately Resistant)
- D. อ่อนแอปานกลาง (Moderately Susceptible)
- E. อ่อนแอ (Susceptible)

3. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans*

3.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *P. destructans*

จากการตรวจสอบอาการโรคใบไหม้ของทุกตัวอย่าง พบว่าเชื้อราทุก isolate มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาใกล้เคียงกันทั้งรูปร่างและลักษณะของสปอร์ การสร้าง fruiting bodies ที่ได้ผิวพืช การปล่อยสปอร์บนแผลโรค เป็นต้น โดยเชื้อราสร้าง fruiting bodies ฝังและกระจายอยู่ทั่วแผล แล้วปล่อยสปอร์จาก fruiting bodies ในลักษณะขดม้วนเป็นสายสีน้ำตาลดำ ทำให้มองเห็นเหมือนเศษผงสีดำบนแผลไหม้ด้านใต้ใบ ซึ่งการสร้างสปอร์นี้จะไม่พบหรือพบได้น้อยที่ผิวใบด้านบน บางครั้งกลุ่มของสปอร์ที่ถูกความชื้นจะมีลักษณะเป็นหยดน้ำ เมื่อแห้งจะเคลือบผิวพืชไว้มีลักษณะเป็นปื้นสีดำ ทำให้ใบพืชสกปรก (ภาพที่ 14) โดยเชื้อราจะปล่อย spore mass ออกมาทางช่องเปิดของ pycnidia และออกมาทางปากใบของพืช (ภาพที่ 15) ซึ่งคล้ายคลึงกับรายงานของ Crous (1997) ที่พบว่าเชื้อรา *Phaeoseptoria eucalypti* สาเหตุโรคใบจุดของยูคาลิปตัส ปล่อยสปอร์ออกมาทางปากใบเช่นเดียวกัน

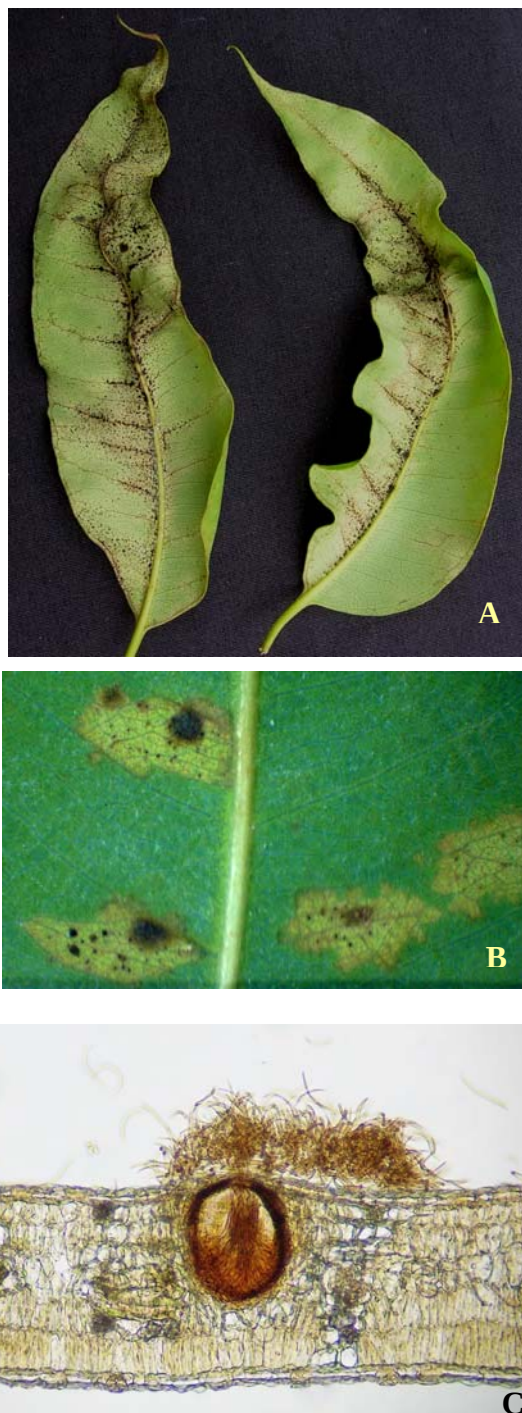
เมื่อนำส่วนของใบพืชเป็นโรคมามาตัดตามขวาง (cross section) และตรวจใต้กล้องจุลทรรศน์ พบเชื้อราสร้าง pycnidia รูปทรงรีหรือกลม มีขนาดตั้งแต่ $36.7-156 \times 33.8-161.2 \mu\text{m}$ (ค่าเฉลี่ย $92 \times 83.8 \mu\text{m}$) ฝังตัวอยู่ภายในเนื้อเยื่อใต้ผิวพืชโดยที่ผิวพืชบริเวณนั้นไม่ถูกคันให้หลุดออกมา ภายใน pycnidia เกิด conidia ลักษณะเรียวยาว ตรงหรือโค้ง บิดงอ ถูกปล่อยออกมาจากปลายเปิด (ostiole) ของ pycnidia ในลักษณะเป็นสายขดสีน้ำตาลดำ เชื้อราปล่อยสปอร์ออกมามากทางด้านใต้ใบ conidia มีลักษณะใส ไม่มีสี หรือสีน้ำตาลอ่อน ผิวค่อนข้างเรียบ มี 1-3 septa มีขนาดตั้งแต่ $16-83 \times 1.7-3.3 \mu\text{m}$ (ค่าเฉลี่ย $42.9 \times 2.4 \mu\text{m}$) ส่วนปลายของ conidia มีลักษณะเรียกว่า ด้านที่อยู่ติดกับก้าน conidiophore ที่มีรูปทรงกระบอกอ้วนสั้น การสร้าง conidia ภายใน pycnidia มีลักษณะเรียงตัวกันอยู่อย่างหนาแน่นบน conidiophore ไปจนถึงปลายเปิดของ pycnidia (ภาพที่ 13 และ 16) ซึ่งเชื้อราแต่ละ isolate ที่แยกได้จากแต่ละพื้นที่ สร้าง conidia และ pycnidia ที่มีรูปร่างและขนาดใกล้เคียงกัน ซึ่งบางพื้นที่มีการเก็บตัวอย่างและแยกเชื้อราได้มากกว่า 1 isolate รวมทั้งหมด 10 isolates สถานที่เก็บ จำนวนตัวอย่าง และขนาดของเชื้อราแต่ละ isolate ที่เก็บได้ มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 6



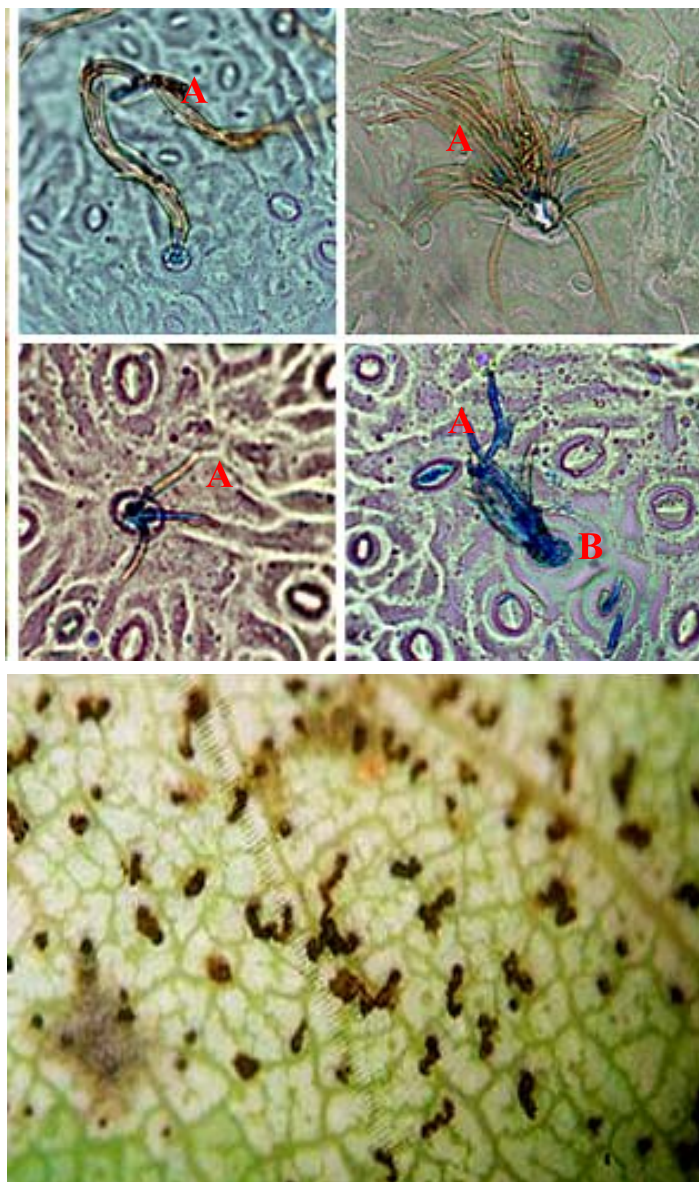
ภาพที่ 13 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* bar = 10 μ m

ตารางที่ 6 ขนาดของ conidia และ pycnidia ของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* สาเหตุโรคราไหม้ยูคาลิปตัสที่แยกได้จากพื้นที่ต่างๆ

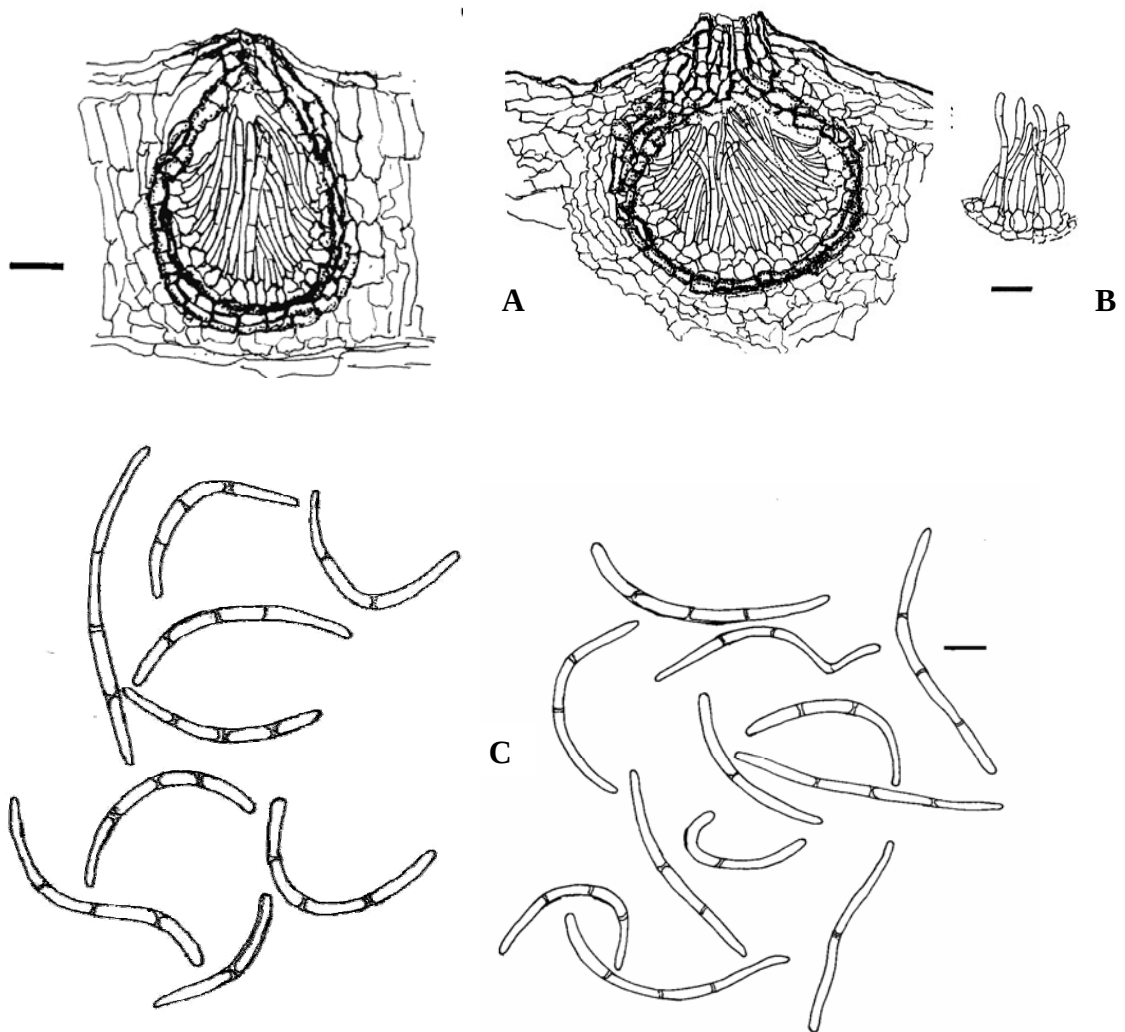
isolate	แหล่งปลูก	conidia (μm)	pycnidia (μm)
1	สถานีวนวัฒนวิจัยสระแก้ว อ. วังน้ำเขียว จ. นครราชสีมา	16-57 × 2-3	52-156 × 46.8-158.6
2	ต. ลาดกระบัง อ. สนาบชัยเขต จ. ฉะเชิงเทรา	23.4-60.1 × 1.7-3	52-130 × 33.8-114.4
3	อ. พนมทวน จ. กาญจนบุรี	32-70 × 2-3	56.8-150.3 × 46.8-150.3
4	อ.ท่าตะเกียบ จ. ฉะเชิงเทรา (E-207)	22-50 × 2-3	-
5	ต.คลองตะเกรา อ. ท่าตะเกียบ จ. ฉะเชิงเทรา	30.1-71 × 1.7-3.3	59.8-148.2 × 52-132.6
6	อ.ด่านซ้าย จ. เลย	26.7-63.5 × 1.7-3.3	36.7-100.2 × 41.8-86.8
7	อ.หนองใหญ่ จ. ชลบุรี	31.7-66.8 × 1.7-2.5	-
8	อ. บ้านฉาง จ. ระยอง	26.7-61.8 × 1.7-2.5	-
9	อ. ศรีมหาโพธิ์ จ. ปราจีนบุรี	28-83 × 2-3.5	41.6-117 × 41.6-130
10	อ. วังน้ำเย็น จ. สระแก้ว	24.5-60 × 2-3	52-143 × 52-161.2



ภาพที่ 14 ลักษณะกลุ่มสปอร์สีน้ำตาลดำของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* บริเวณผิวด้านใต้ใบของ (A) *Eucalyptus urophylla* และ (B) *Eucalyptus camaldulensis* ซึ่งเป็นตัวอย่างใบจากแปลงปลูก อ. วังน้ำเขียว จ.นครราชสีมา และ (C) ลักษณะของ pycnidia ที่ฝังอยู่ใต้ผิวพืช



ภาพที่ 15 ลักษณะการปล่อยกลุ่มของสปอร์ (A) ของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* ออกมาทางปากใบ (B)



ภาพที่ 16 ลักษณะต่างๆ ของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans*

A. fruiting bodies (pycnidia)

B. conidiophore และ conidia

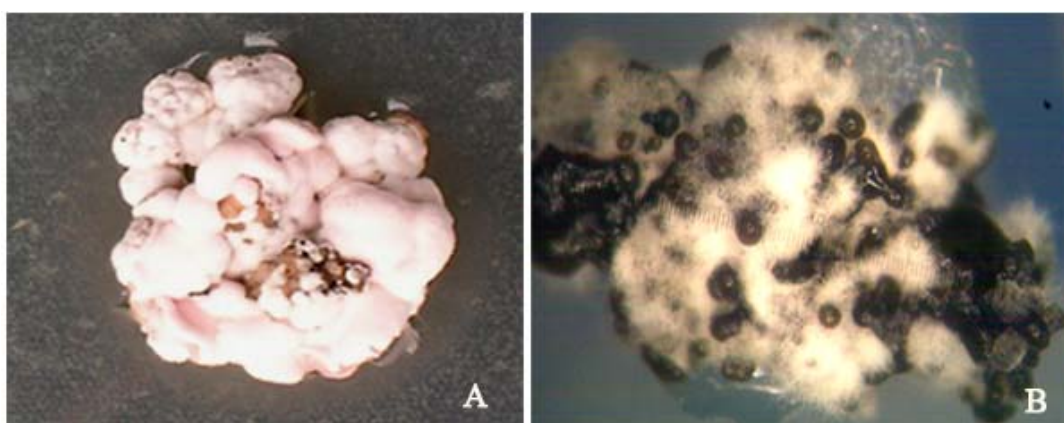
C. conidia

bar = 10 μ m

3.2 ลักษณะทางสรีรวิทยาของเชื้อรา *P. destructans*

3.2.1 การเจริญเติบโตบนอาหารสังเคราะห์

ในการศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาของเชื้อรา *P. destructans* จำเป็นต้องแยกเชื้อราให้บริสุทธิ์จากแผลโรคก่อน แล้วจึงแยกอีกครั้งเพื่อจาก single spore เพื่อใช้เป็นเชื้อตัวแทนสำหรับการทดสอบนี้ และเป็นตัวอย่างโรคใบไหม้ที่เก็บได้จากพื้นที่ใน อ. สนามชัยเขต จ. ฉะเชิงเทรา การทดสอบเบื้องต้นพบการเจริญของเชื้อราที่เลี้ยงบนอาหาร PDA คือ ในระยะแรกการเจริญของเชื้อรา *P. destructans* บนอาหาร PDA ในทุก isolate มีลักษณะเหมือนกันคือเมื่อบ่มไว้ที่ 25 °ซ ในที่มืด เป็นเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ เชื้อราสร้างโคโลนีที่มีเส้นใยสีขาว ละเอียดยาว เจริญเติบโตช้า ผิวโคโลนีนุ่ม ไม่เรียบ เริ่มสร้างและปล่อยกลุ่มของสปอร์สีน้ำตาลดำแทรกอยู่ตามกลุ่มเส้นใย (ภาพที่ 17 A) ซึ่งลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA มีความแตกต่างจากโคโลนีที่เจริญบนอาหาร CA คือ เชื้อราสร้างเส้นใยเบาบาง ไม่หนาแน่น เกิด fruiting bodies สีน้ำตาลเข้มที่บริเวณขอบรอบๆ โคโลนี ต่อมาจะมีกลุ่มของสปอร์สีน้ำตาลดำถูกปล่อยออกมาจาก fruiting bodies ที่อายุประมาณ 1 สัปดาห์ หลังการเลี้ยงเชื้อ และเชื้อราสร้างสปอร์บนอาหาร CA มากกว่าบนอาหาร PDA (ภาพที่ 17 B) ซึ่ง ลักษณะการเจริญของเชื้อราชนิดนี้ได้มีการศึกษาแล้วบนอาหาร MEA โดย Crous (1998) และได้รายงานว่า เชื้อราสามารถเจริญและสร้างสปอร์บนอาหาร MEA ได้ภายใน 1 เดือน ที่อุณหภูมิ 25 °ซ ในที่มืด

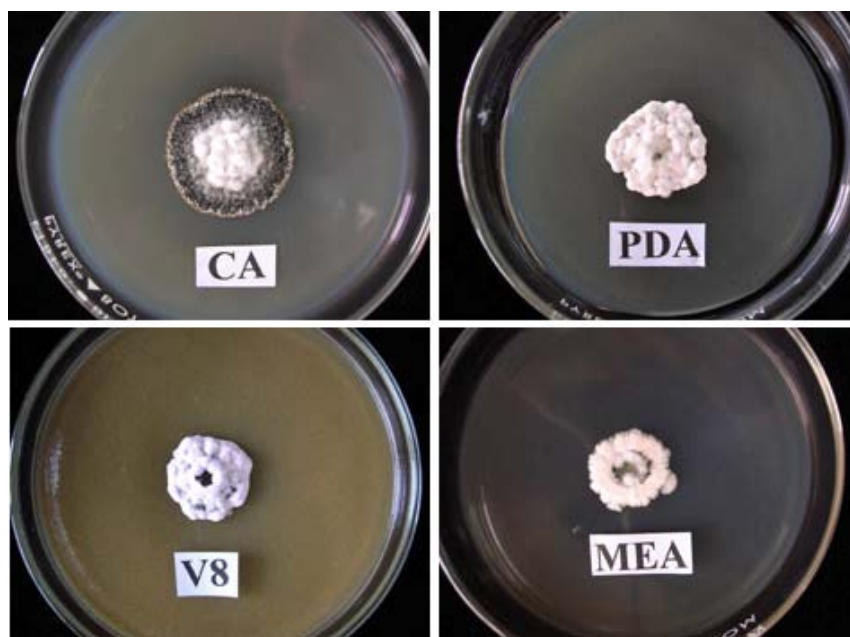


ภาพที่ 17 ลักษณะโคโลนีและการสร้างสปอร์บนอาหารของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans*

A. โคโลนีสีขาวบนอาหาร Potato Dextrose Agar

B. การสร้างสปอร์บนอาหาร Carrot Agar

จากการทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อราบนอาหารสังเคราะห์ 4 ชนิด ที่บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 25 °ซ ในที่มีด และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนี วัดที่อายุ 15, 30, 45 และ 60 วัน พบว่าเชื้อรา *P. destructans* ที่เลี้ยงบนอาหาร CA PDA และ V8A มีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน โดยเชื้อสร้างเส้นใยสีขาวละเอียด และสร้างสปอร์สีเข้ม (ภาพที่ 18) และเจริญเติบโตช้าที่สุดบนอาหาร MEA ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีที่อายุ 60 วัน บนอาหาร CA PDA V8A และ MEA วัดได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.9 2.3 2.4 และ 1.9 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 19 และตารางที่ 7) เชื้อราสร้างเส้นใยของบนอาหาร CA ได้น้อย ไม่หนาแน่น โคโลนีแผ่ไปตามผิวอาหาร สร้างสปอร์ได้เร็วกว่าอาหารชนิดอื่นและมีปริมาณมาก ในขณะที่อาหาร PDA และ V8A เกิดเส้นใยมาก หนาแน่น ลักษณะโคโลนีเป็น lobe สปอร์เกิดช้า และมีปริมาณน้อยกว่าอาหาร CA ส่วนบนอาหาร MEA เชื้อราสร้างเส้นใยเบาบาง มีปริมาณสปอร์น้อยมาก จากการทดลองนี้ เชื้อราสร้างสปอร์บนอาหาร CA PDA V8A และ MEA มีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 2.12×10^6 1.14×10^6 1.54×10^6 และ 0.039×10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร (ภาพที่ 20) ตามลำดับ ระยะเวลาการสร้างสปอร์ประมาณ 2 สัปดาห์หลังการเลี้ยงเชื้อ



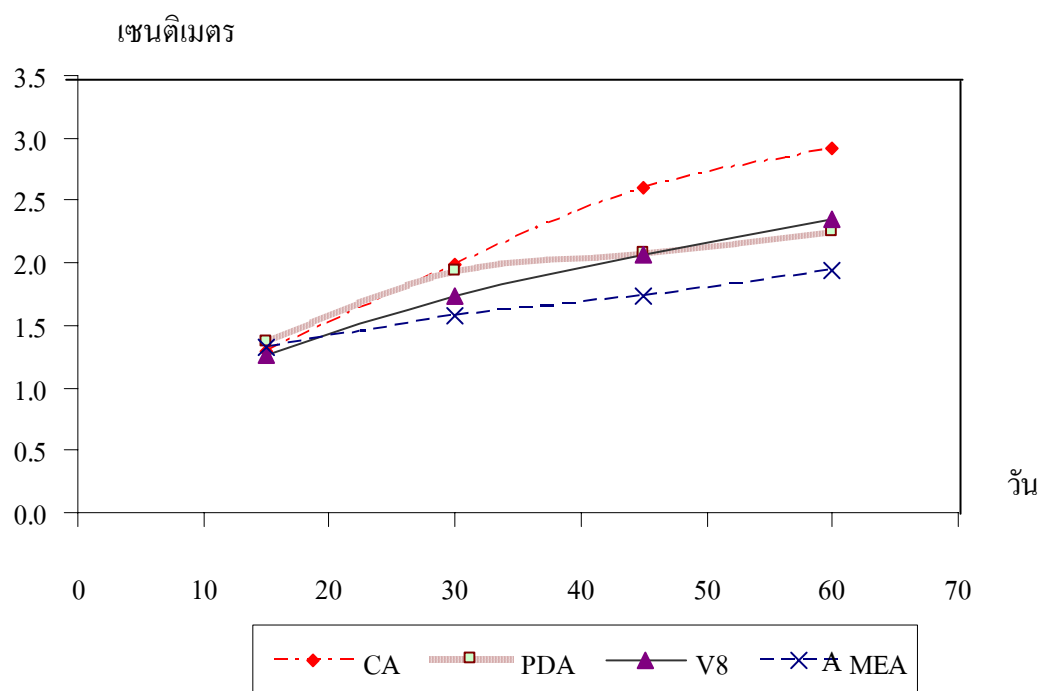
ภาพที่ 18 ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* อายุ 60 วัน บนอาหาร 4 ชนิด คือ Carrot Agar, Potato Dextrose Agar, V8-Agar และ Malt Extract Agar บ่มไว้ในที่มีดตลอดการทดลอง อุณหภูมิ 25 °ซ

ตารางที่ 7 ปริมาณการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* บนอาหารชนิดต่างๆ คือ PDA CA V8A และ MEA ที่อุณหภูมิ 25 °ซ อายุ 60 วัน ในที่มีดตลอดการทดลอง

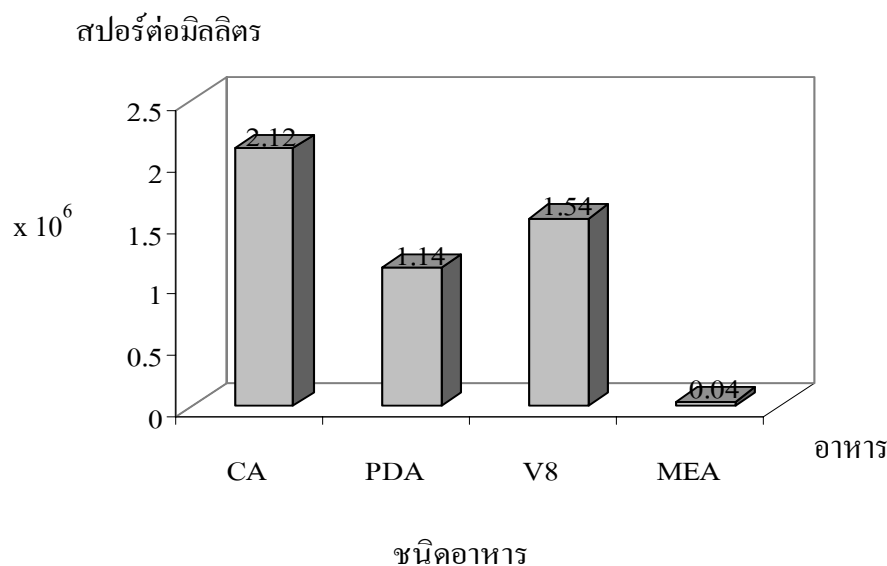
อาหาร	ขนาดของโคโลนี (ซม.) ¹				ปริมาณการสร้างสปอร์ (spore/ml) ²
	15 วัน	30 วัน	45 วัน	60 วัน	
CA	1.3	2.0	2.6	2.9a	2.12 x 10 ⁶ a
PDA	1.4	1.9	2.1	2.3b	1.14 x 10 ⁶ b
V8A	1.3	1.7	2.1	2.4b	1.54 x 10 ⁶ ab
MEA	1.3	1.6	1.7	1.9c	0.039 x 10 ⁶ c

^{1/} F-test = **, CV = 8.04 %

^{2/} F-test = **, CV = 50.41 %



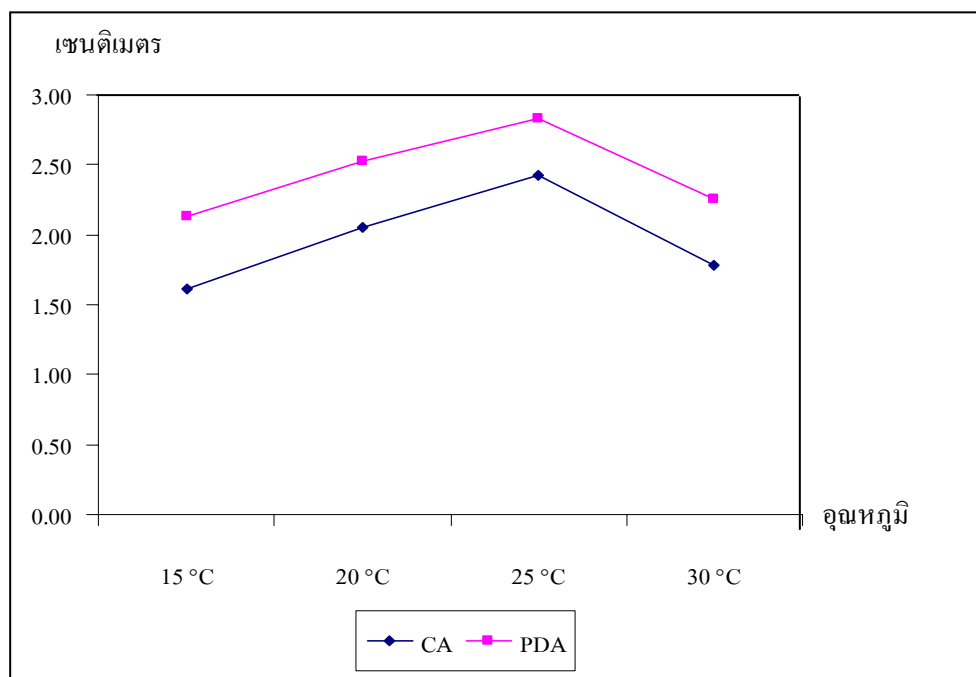
ภาพที่ 19 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี (เซนติเมตร) ของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* บนอาหาร CA PDA V8A และ MEA อุณหภูมิ 25 °ซ ที่ระยะ 15, 30, 45 และ 60 วัน ในที่มีดตลอดการทดลอง



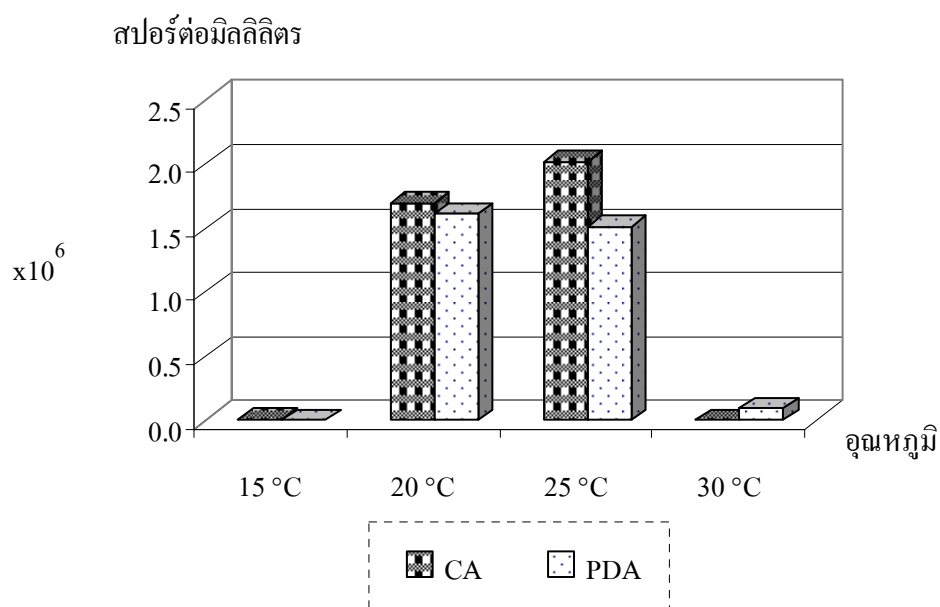
ภาพที่ 20 ปริมาณการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* อายุ 60 วัน บนอาหาร 4 ชนิด คือ CA PDA V8A และ MEA เมื่อบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 25 °ซ ในที่มีดลดการทดลอง

3.2.2 ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *P. destructans*

การเจริญเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเมื่อทดสอบโดยการเลี้ยงเชื้อและบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 4 ระดับ คือ 15 20 25 และ 30 °ซ พบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรามีค่าเฉลี่ยมากที่สุดที่อุณหภูมิ 25 °ซ บนอาหาร PDA และเชื้อราเจริญได้ช้าที่สุดที่อุณหภูมิ 15 °ซ บนอาหาร CA และเชื้อราสร้างสปอร์ได้เฉลี่ยสูงสุดที่อุณหภูมิ 25 °ซ บนอาหาร CA เฉลี่ยต่ำสุดที่อุณหภูมิ 30 °ซ บนอาหาร CA (ภาพที่ 21 และ ตารางผนวกที่ 1) จากการทดลองนี้ สามารถบอกได้ว่า สภาพอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตบนอาหาร CA และ PDA คือ 20- 25 °ซ ซึ่ง Hunter *et al.* (2004) รายงานว่าที่ 25 °ซ เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราที่เป็นระยะ teleomorph ของเชื้อรา *P. destructans* คือเชื้อรา *Mycoshaerella* sp. และเป็นระดับอุณหภูมิที่ Crous (1998) ใช้สำหรับทดสอบการเจริญและการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *Phaeoseptoria eucalypti* สาเหตุโรคใบจุดยูคาลิปตัส นอกจากนี้ ยังเป็นระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงเชื้อเพื่อให้เกิดการสร้างสปอร์ของเชื้อราอีกด้วย (ภาพที่ 22)



ภาพที่ 21 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนี (เซนติเมตร) ของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* อายุ 60 วัน เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 15, 20, 25 และ 30 °ซ ในที่มีดัดลดการทดลอง

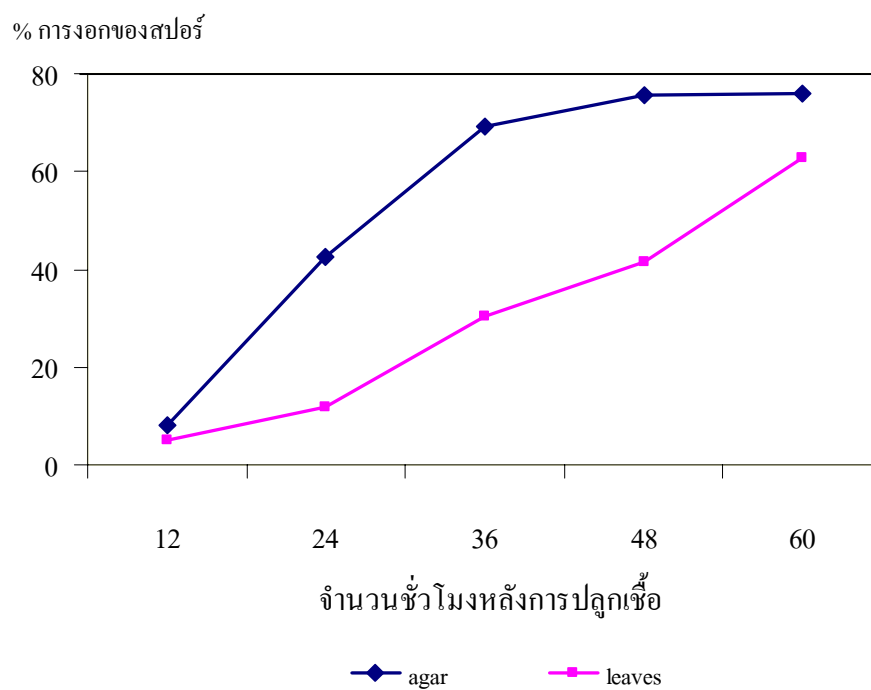


ภาพที่ 22 ปริมาณการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* บนอาหาร CA และ PDA เมื่อทดสอบที่อุณหภูมิ 15, 20, 25 และ 30 °ซ อายุ 60 วัน ในที่มีดัดลดการทดลอง

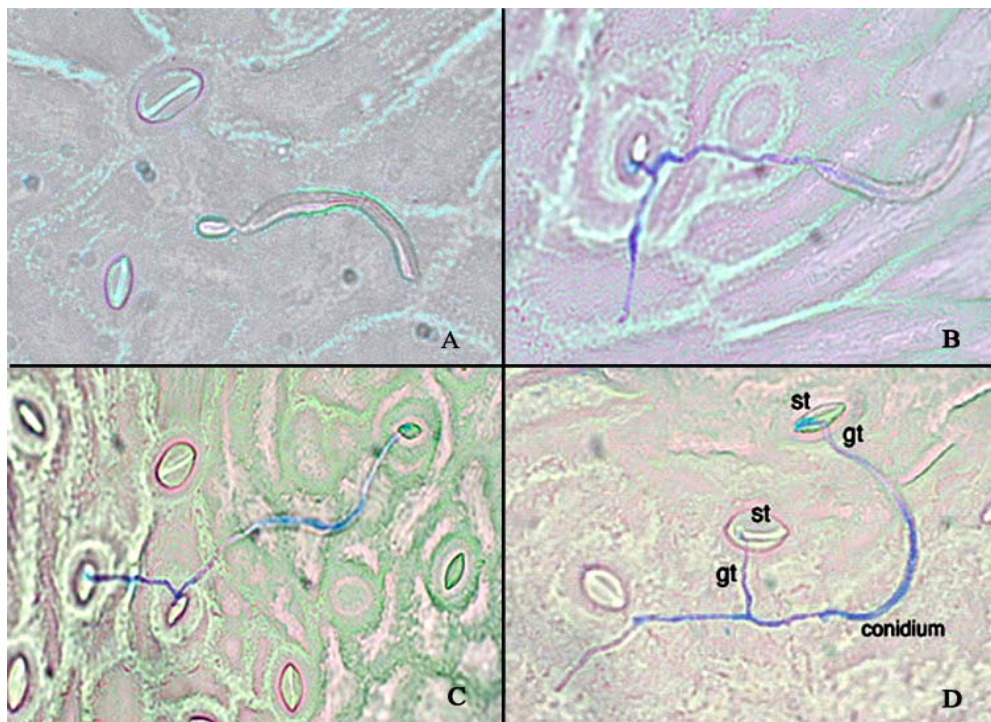
4. การศึกษากระบวนการเข้าทำลายของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* บนใบกล้วยคาลิปัส และการศึกษาสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง

4.1 ความงอกของสปอร์

การศึกษารงอกของสปอร์เชื้อราบนอาหาร WA และจากบนใบกล้วยคาลิปัส พบสปอร์มีการงอกบนอาหาร WA หลังจาก 12 24 36 48 และ 60 ชั่วโมง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การงอก เท่ากับ 8.08 42.50 69.07 75.63 และ 75.90 ตามลำดับ สำหรับการงอกของสปอร์บนใบหลังจากบ่มไว้ในระยะเวลาเท่ากัน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 5.03 11.80 30.29 41.57 และ 62.82 ตามลำดับ (ภาพที่ 23 และ ตารางผนวกที่ 2) จากการทดลองนี้ พบว่าสปอร์ของเชื้อราใน genus นี้ มีการงอกค่อนข้างช้าและสปอร์จะงอกได้ดีต้องอาศัยความชื้นที่บริเวณผิวใบตลอดเวลา ต่อเนื่องกันเกิน 12 – 24 ชั่วโมง โดยสปอร์จะเริ่มงอกจากบริเวณปลายทั้งสองข้าง งอก germ tube ขึ้นออกมา และเซลล์สปอร์จะเริ่มยืดยาวออกเป็นเส้นใยแล้วเข้าสู่พืชทางปากใบเพื่อทำลายเนื้อเยื่อพืชต่อไป (ภาพที่ 24) ใบที่ได้รับความชื้นมากกว่า 80 % จากการคลุมด้วยถุงพลาสติกเป็นเวลา 5 วัน เกิดอาการได้เร็วกว่าใบที่ได้รับความชื้นเพียง 3 วัน และเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของ Crous (1989) พบว่า เชื้อราที่อยู่ใน genus เดียวกัน คือ *P. eucalypti* มีการงอกของสปอร์ได้ช้ามาก คือ งอกหลังจากปลูกเชื้อลงบนใบพืช 30 ชั่วโมง ดังนั้น หากต้องการปลูกเชื้อ *P. destructans* ลงบนผิวใบกล้วยคาลิปัส จะต้องให้ความชื้นแก่ใบพืชเป็นระยะเวลาที่นานขึ้น เพื่อให้การปลูกเชือนั้นประสบผลสำเร็จ



ภาพที่ 23 การงอกของสปอร์ของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* บนอาหาร Water Agar และบนผิวใบยูคาลิปตัส



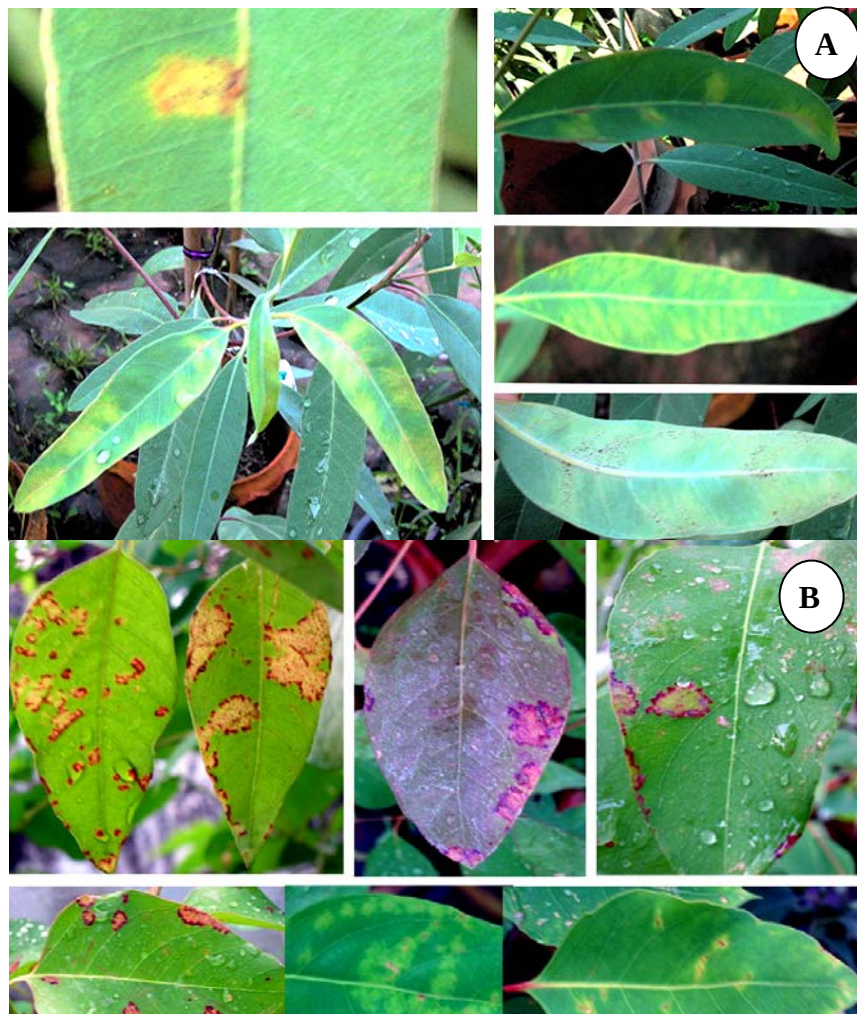
ภาพที่ 24 ลักษณะการงอกของสปอร์ของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* และการแทงเส้นใยเข้าสู่พืช ทางปากใบ ภายใต้สภาพชื้นตลอดเวลา
A. การงอกของสปอร์ที่ 24 ชั่วโมง
B., C. 72 ชั่วโมง และ D. 84 ชั่วโมง (gt = germ tube, st = stoma)

4.2 การศึกษาระยะเวลาที่เชื้อราสามารถก่อให้เกิดโรคและการทดสอบความสามารถในการเข้าทำลายของเชื้อรา *P. destructans*

สำหรับการทดสอบความสามารถในการเข้าทำลายของเชื้อรา ใช้เชื้อราที่แยกเลี้ยงแบบ single spore isolation จากตัวอย่างจากพื้นที่ อ. สนามชัยเขต จ. ฉะเชิงเทรา เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกยูคาลิปตัสเป็นจำนวนมาก และเป็นแหล่งที่พบการเข้าทำลายใบจากเชื้อรา *P. destructans* ในทุกระยะการเจริญเติบโตของไม้ยูคาลิปตัส การทดลองนี้ดำเนินการโดยปลูกเชื้อราลงบนต้นกล้ายูคาลิปตัส อายุ 3 เดือน จำนวน 2 species คือ *E. camaldulensis* และ *E. urophylla* ภายในสภาพโรงเรือน โดยใช้ spore suspension ความเข้มข้น 3.2×10^5 สปอร์ต่อมิลลิลิตร (spore/ml) พ่นลงบนผิวใบ ทั้งสองด้านแล้ว คลุมด้วยถุงพลาสติกที่มีความชื้น เป็นเวลา 3 วัน และ 5 วัน แล้วจึงเปิดถุงออก วางต้นกล้าไว้ในโรงเรือนเพาะชำ ต้นที่คลุมถุงพลาสติกทั้งสองช่วงเวลาจะแสดงอาการของโรคบนใบยูคาลิปตัสที่ระยะ 2 สัปดาห์หรือประมาณ 15 วัน หลังการปลูกเชื้อ แต่ต้นที่คลุมด้วย

ถุงพลาสติกไว้เป็นเวลา 5 วันจะมีอาการของโรคชัดเจนกว่าต้นที่คลุมถุงพลาสติกไว้เป็นเวลา 3 วัน และอาการโรคจะแสดงมากขึ้นตามระยะเวลาที่นานมากขึ้นในทั้งสองช่วงเวลาที่คลุมถุงไว้ โดยอาการที่เกิดขึ้นจากการปลูกเชื้อมีลักษณะเหมือนกันกับที่เกิดในแปลงปลูกคือ ในระยะแรกใบเกิดแผลจุดสีด่างเหลือง ต่อมาขยายขนาดและมีขอบแผลชัดเจน เมื่อสภาวะอากาศมีความชื้นสูง เชื้อราจะสร้าง fruiting bodies และกลุ่มสปอร์สีน้ำตาลดำบนแผลบริเวณด้านใต้ใบทำให้มองเห็นเป็นผงสีดำที่ผิวใบ หลังการปลูกเชื้อประมาณ 1 เดือน พบอาการโรคไหม้บนใบของ *E. urophylla* แตกต่างจาก *E. camaldulensis* คือ ใบมีแผลจุดสีแดงขนาดเล็กรูปร่างไม่แน่นอน ซึ่งต่อมาขนาดของแผลขยายใหญ่ขึ้นขอบแผลมีสีแดงชัดเจน และแผลมีรูปร่างไม่แน่นอน (ภาพที่ 25)

จากการทดสอบความรุนแรงของอาการโรค พบมีความผันแปรตามสภาพอากาศและช่วงเวลาที่ใบพืชได้รับความชื้นและความเปียกใบที่ทำให้สปอร์งอกและเจริญได้รวดเร็ว นอกจากนี้ยังพบว่า อาการของโรคจะเกิดบนใบที่อยู่บริเวณยอดซึ่งเป็นใบอ่อน หลังจากเกิดโรคแล้วประมาณ 1-2 เดือน ใบยูลาติสต์ที่เป็นโรคจะไหม้และร่วง โดยใบอ่อนที่บริเวณยอดจะร่วงก่อน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Crous *et al.* (1989) พบว่า *E. camaldulensis* ใบร่วงหลังการเกิดโรคแล้วประมาณ 4-8 สัปดาห์



ภาพที่ 25 ลักษณะอาการของโรคใบไหม้ของยูคาลิปตัสที่เกิดจากการปลุกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* ความเข้มข้น 3.2×10^5 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ในโรงเรือนเพาะชำ

A. อาการบนใบ *E. camaldulensis* หลังจากปลุกเชื้อ ประมาณ 25 วัน

B. อาการบนใบ *E. urophylla* หลังจากปลุกเชื้อ ประมาณ 40 วัน

4.3 การประเมินการเกิดโรคใบไหม้ในสภาพโรงเรือน

จากการทดสอบปลูกเชื้อรา *P. destructans* กับกล้ายูคาลิปตัส 6 สายต้น (clone) สายต้นละ 10 ซ้ำ ได้แก่ ยูคาลิปตัสสายต้น ST1 ST2 S1 S2 S4 และ S5 ด้วยสารละลายสปอร์ ความเข้มข้น 2.5×10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ลงบนใบของยูคาลิปตัส จำนวน 6 ใบต่อกิ่ง ใน 3 ระดับ ได้แก่ ใบบนกิ่งที่อยู่ในระดับยอด หรือกิ่งใกล้ยอด ใบบนกิ่งในระดับกลางทรงพุ่มของต้น และใบบนกิ่งในระดับทรงพุ่มส่วนล่างของต้น หลังจากคลุมต้นยูคาลิปตัสด้วยถุงพลาสติกขึ้นเป็นเวลา 5 วัน จึงเปิดถุงออก โดยอุณหภูมิเฉลี่ยภายในถุงพลาสติกที่ใช้คลุมต้นเท่ากับ 31.0°C ความชื้นเฉลี่ย 82.4 เปอร์เซ็นต์ จากการสังเกตการเกิดโรคพบว่า ใบยูคาลิปตัสเริ่มแสดงอาการต่างเหลืองขนาดเล็ก ที่ระยะเวลา ประมาณ 2 สัปดาห์หรือประมาณ 15 วัน หลังการปลูกเชื้อ ซึ่งการวัดสภาพอากาศ ภายในโรงเรือนเพาะชำ ตั้งแต่เริ่มปลูกเชื้อจนถึงพืชแสดงอาการ พบว่ามีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 28.8°C ความชื้นเฉลี่ย 80.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 3 และภาพผนวกที่ 1) โดยพืชเริ่มแสดงอาการใบเหลืองต่างบริเวณใบที่ 4-5 นับจากโคนกิ่ง และใบอื่นๆ จะแสดงอาการตามมาเมื่อ ระยะเวลาผ่านไปนานขึ้น หลังจากเวลาเกิดโรค 1 เดือนใบที่เป็นโรคแล้วจะเริ่มเหลืองทั้งใบ ใบหัก ย่น หรือเกิดแผลไหม้มากขึ้น และหลุดร่วงได้ง่ายโดยเฉพาะใบอ่อนและใบยอด ทำให้ยอดของกิ่งที่ ปลูกเชื้อไม่มีใบอ่อนเหลืออยู่ เมื่อใบที่เป็นโรคร่วงไปแล้ว ต้นกล้ายูคาลิปตัสสามารถแตกกิ่งและใบ ใหม่ได้อีก ใบที่อยู่ในกิ่งระดับยอด มีการเกิดโรคมากกว่ากิ่งที่อยู่ด้านล่างลงมา (ตารางที่ 8) ผลการ ประเมินความรุนแรงของโรคที่ระยะเวลา 60 วันหลังการปลูกเชื้อ โดยการนับจำนวนใบที่แสดง อาการของโรคในกิ่งระดับยอด และเปรียบเทียบค่าดัชนีการเกิดโรคของยูคาลิปตัสทั้ง 6 สายต้น พบว่า สายต้นที่มีความต้านทานต่อโรคในระดับปานกลาง มีค่าดัชนีการเกิดโรคเท่ากับ 31.25, 31.25, 35.4 และ 47.9 % ได้แก่ สายต้น ST2, S4, S1 และ ST1 ตามลำดับสายต้นที่มีความอ่อนแอต่อ โรคในระดับปานกลาง มีค่าดัชนีการเกิดโรคเท่ากับ 56.25 และ 72.9% คือ สายต้น S5 และ S2 ตามลำดับโดยแสดงอาการใบเหลืองใบไหม้และร่วงมากกว่าสายต้นอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าดัชนีของการเกิดโรคนิ่วใหม่หลังการปลูกเชื้อด้วยสปอร์ของเชื้อรา *Phaeophleospora destructans* ในสภาพโรงเรือน ที่ระยะเวลา 60 วัน

ระดับกิ่ง	สายต้น (Clone) ^{1/}					
	ST1	ST2	S1	S2	S4	S5
กิ่งส่วนยอด	47.9b	31.25b	35.4b	72.9a	31.25b	56.25a
กิ่งระดับส่วนกลางต้น	35.4a	16.6ab	37.5a	37.5a	25ab	6.25b
กิ่งระดับล่างของต้น	2.08b	4.16b	16.6b	47.9a	8.3b	6.25b

^{1/} ค่าที่กำกับด้วยตัวอักษรเหมือนกัน เปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ภายในแต่ละ treatment ของแต่ละระดับกิ่ง

5. การตรวจสอบความสามารถติดไปกับเมล็ดพันธุ์ของเชื้อรา *P. destructans* และการถ่ายทอดโรคสู่ต้นกล้วยคาลิปัตส

การตรวจสอบการถ่ายทอดเชื้อสาเหตุโรคใหม่จากผลสุกเมล็ด และจากเมล็ดสู่ต้นกล้า เก็บผลและเมล็ดคาลิปัตสจากแปลงปลูกที่พบโรค และจากต้นหรือกิ่งที่มีใบเป็นโรค เพื่อตรวจสอบการเกิดโรคจากเชื้อราที่สามารถติดมากับตัวอย่างเมล็ดคาลิปัตส จำนวน 8 ตัวอย่าง ได้แก่

1. เมล็ดจากแปลงปลูก *E. camaldulensis* อายุ 4 ปี ในพื้นที่ อ. สนาบชัยเขต จ. ฉะเชิงเทรา ซึ่งเป็นเมล็ดที่เกิดจากต้นที่มีการเข้าทำลายของโรคใบไหม้ และอยู่บนกิ่งเดียวกับใบที่ถูกเชื้อเข้าทำลาย จำนวน 5 ตัวอย่าง ได้แก่ เบอร์ E1 E2 374(1) 374(2) และ 374(3)
2. เมล็ดจากแปลงปลูกแม่ไม้ *E. urophylla* อายุ 8 ปี อ. วังน้ำเขียว จ. ฉะเชิงเทรา จำนวน 2 ตัวอย่าง ได้แก่ เบอร์ Euro(1) และ Euro(2)
3. เมล็ดจากแปลงทดสอบสายพันธุ์ลูกผสม ต. คลองตะเกรา อ. ท่าตะเกรา จ. ฉะเชิงเทรา จำนวน 1 ตัวอย่าง คือ KT(2)
4. เมล็ด *E. urophylla* จากอ.ท่าตูม จ. สุรินทร์ จำนวน 1 ตัวอย่าง

การตรวจสอบการติดเชื้ราสาเหตุโรคบริเวณก้านผลและเปลือกผล บนอาหารวุ้น PDA ไม่พบเชื้อรา *P. destructans* แต่พบเชื้อราสาเหตุโรคบนใบบางชนิดบนผิวของผล ได้แก่ เชื้อรา *Cryptosporiopsis* sp., *Coniella* sp. และเชื้อชนิด saprophyte เช่น *Aspergillus* sp. *Pencillium* sp. *Trichoderma* sp. และ Unidentified sp.

การทดสอบโดยวิธีการเพาะบนกระดาษชื้น (blotter method) เพื่อตรวจหาเชื้อราสาเหตุโรคบนเมล็ดจากใต้กล้องจุลทรรศน์ ในทุกตัวอย่างไม่พบเชื้อรา *P. destructans* ที่ติดมากับเมล็ด แต่พบเพียงเชื้อราชนิดที่เป็น saprophyte ที่ปนเปื้อนมากับเมล็ด ได้แก่ เชื้อรา *Aspergillus* spp., *Pencillium* spp. และ *Curvularia* sp. ซึ่งการพบเชื้อราเหล่านี้ตรงกับรายงานของ Pongpanich (1990) ที่ตรวจสอบโดยวิธี blotter method กับเมล็ดยูคาลิปตัสหลายชนิดในประเทศไทย

การทดสอบโดยวิธีการเพาะเมล็ดบนอาหาร PDA (agar method) เพื่อตรวจสอบการเกิดโรคจากตัวอย่างเมล็ดยูคาลิปตัสบนอาหาร PDA ไม่พบเชื้อรา *P. destructans* ที่ติดมากับเมล็ดยูคาลิปตัสในทุกตัวอย่าง และเมล็ดทุกตัวอย่างงอกภายใน 1 สัปดาห์ และมีเปอร์เซ็นต์ความงอกมากกว่า 80 % และไม่พบเชื้อราบนผิวเปลือกเมล็ดที่หลุดออกไป

ตรวจสอบการถ่ายทอดเชื้อราสาเหตุโรคในต้นกล้า ทั้งระยะที่สร้างใบเลี้ยงและระยะใบจริง จำนวน 2 ใบ โดยการใช้กล้ายูคาลิปตัสที่งอกจากเมล็ดที่เพาะบนอาหารวุ้น PDA และไม่พบเชื้อรา *P. destructans* ทั้งบนใบเลี้ยงและใบจริง

สรุปและข้อเสนอแนะ

การสำรวจการเกิดโรคใบไหม้ยูคาลิปตัสที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *P. destructans* จำนวน 8 จังหวัด ในช่วงเดือน พฤษภาคม 2548 – ตุลาคม 2549 พบการเกิดโรคในทุกแหล่งปลูก อาการของโรคในระยะแรก เกิดแผลสีเหลืองบนใบ ทำให้ใบอ่อนหงิกงอ ซึ่งต่อมาใบที่เกิดแผลสีเหลืองเปลี่ยนเป็นอาการใบไหม้ และใบร่วง อาการโรคใบไหม้ที่รุนแรงที่สุดจากการสำรวจครั้งนี้เป็นยูคาลิปตัสชนิด *E. camaldulensis* ที่ปลูกในพื้นที่ อ. ด่านซ้าย จ. เลย ซึ่งนอกจากการระบาดของโรคใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *P. destructans* แล้ว ยังพบว่าเชื้อราสาเหตุโรคทางใบอีกชนิดหนึ่ง คือ *C. eucalypti* เข้าทำลายร่วมด้วย ทำให้ใบร่วงมากขึ้น ดังนั้น หากจะสำรวจการเกิดโรคในแต่ละพื้นที่ ควรศึกษาลักษณะอาการที่เกิดจากเชื้อราสาเหตุโรคอื่นๆ ด้วย จะช่วยให้สามารถวินิจฉัยโรคได้ถูกต้อง และหากมีการเก็บข้อมูลให้ละเอียดถึงที่มาของสายพันธุ์ยูคาลิปตัสแต่ละชนิดโดยเฉพาะสายพันธุ์ลูกผสม จะทำให้สามารถทราบข้อแตกต่างของอาการโรคที่เกิดขึ้นกับยูคาลิปตัสแต่ละชนิดได้

การประเมินการเกิดโรคในสภาพแปลงปลูกทดสอบยูคาลิปตัส จำนวน 19 สายต้น ในพื้นที่ อ. ท่าตะเียบ จ. ฉะเชิงเทรา พบความรุนแรงของโรคใบไหม้ในระดับด้านทานมาก ด้านทานด้านทานปานกลาง อ่อนแอปานกลาง และอ่อนแอ จำนวน 6, 5, 1, 4 และ 3 สายต้น ตามลำดับ จากการประเมิน พบสายต้นที่ไม่แสดงอาการของโรคใบไหม้จากเชื้อรา *P. destructans* ได้แก่ A3, B3, B6, KS1 และ SI4 ซึ่งการประเมินการเกิดโรคในครั้งนี้ กระทำในพื้นที่แห้งเดียว หากมีการประเมินในหลายพื้นที่มากกว่านี้ จะทำให้ทราบความรุนแรงของโรคในพื้นที่อื่นๆ อันจะเป็นฐานข้อมูลการเกิดโรคและสามารถพยากรณ์ถึงแนวโน้มของการเกิดการแพร่ระบาดของโรคในแหล่งใกล้เคียงที่มีโอกาสจะเกิดโรคขึ้นในอนาคตได้

เชื้อรา *P. destructans* มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่คล้ายคลึงกันในทุก isolate คือ สร้าง pycnidia รูปร่างกลม หรือรี สีน้ำตาล อยู่ใต้ผิวใบยูคาลิปตัส เชื้อราปล่อยกลุ่มสปอร์ที่มีลักษณะเป็นสายสีน้ำตาลดำออกมาทางปากใบยูคาลิปตัส conidia มีรูปร่างโค้งงอ เรียวยาว ลักษณะใสหรือสีน้ำตาลอ่อน มี 1-3 septa

บนอาหาร PDA เชื้อรา เจริญเติบโตช้า สร้างเส้นใยละเอียด สีขาว สร้างสปอร์สีน้ำตาลดำ เชื้อราเจริญเป็นเส้นใยเบาบางและสร้างสปอร์บนอาหาร CA ได้มากกว่าบนอาหาร PDA อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตในอาหารทั้งสองชนิด คือ 25 °ซ และเนื่องจากเป็นเชื้อที่เจริญเติบโต

ซ้ำ หากจะเลี้ยงเชื้อเพื่อเพิ่มปริมาณสปอร์ จะต้องประยุกต์โดยใช้วิธีการเกลี่ยเชื้อลงบนอาหาร CA (spore mass spreading)

การศึกษาการงอกของสปอร์บนผิวใบและ การเข้าทำลายพืชของเชื้อรา *P. destructans* ในสภาพโรงเรือน พบว่า สปอร์งอกได้ช้า เพอร์เซ็นต์การงอกมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศและความชื้นที่บริเวณผิวใบ และงอกเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ได้รับ ความชื้น โดยเชื้องอก germ tube เข้าสู่พืชทางปากใบ และพืชจะเกิดอาการของโรคหลังการปลูกเชื้อประมาณ 2 สัปดาห์ นอกจากนี้หากมีการศึกษาถึงความงอกของสปอร์บนใบที่มีอายุต่างกัน มีจำนวนปากใบแตกต่างกัน และมีความหนาของชั้นคิวติเคิลหรือมีปริมาณของ wax ต่างกัน จะทำให้ทราบปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของสปอร์บนผิวใบพืชมากยิ่งขึ้น

ความรุนแรงของอาการโรคใบไหม้ของกล้าไม้ยูคาลิปตัสในสภาพโรงเรือน จำนวน 6 สายต้น พบความรุนแรงของโรคในระดับด้านทานปานกลางจำนวน 4 สายต้นคือ S4, ST2, S1 และ ST1 ความรุนแรงของโรคในระดับอ่อนแอด้านกลาง จำนวน 2 สายต้น คือ S5 และ S2 จากการศึกษานี้ หากมีการทดสอบเพิ่มเติมโดยการประเมินโรคและนับจำนวนใบที่ร่วงก่อนแก่ที่มีผลมาจากโรคแล้วนำไปเปรียบเทียบกับจำนวนใบของกล้าไม้ชุดควบคุมที่ไม่ได้ปลูกเชื้อเข้าร่วมด้วย จะทำให้มีข้อมูลที่สมบูรณ์มากขึ้น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อนำไปสู่แนวทางการป้องกันโรคใบไหม้จากเชื้อรา *P. destructans* ได้ โดยเฉพาะการคัดเลือกสายพันธุ์ด้านทานโรคในสภาพแปลงปลูก เนื่องจากการควบคุมโรคโดยวิธีใช้สารเคมีและการเกษตรกรรมกระทำได้สะดวกเฉพาะในสภาพเรือนเพาะชำเท่านั้น

การทดสอบความสามารถการถ่ายทอดเชื้อรา *P. destructans* จากผลสู่เมล็ด และจากเมล็ดสู่ต้นกล้า ไม่พบเชื้อรา *P. destructans* ในทุกตัวอย่าง ซึ่งผลการศึกษาสามารถบอกได้ว่า จำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่ศึกษาไม่เกิดการติดเชื้อในเมล็ด แต่เมล็ดส่วนใหญ่ที่ใช้ศึกษาเป็นเมล็ดที่ผลยังไม่แตก และไม่มีการร่วงหล่นลงสู่พื้นดิน ซึ่งหากต้องการยืนยันการถ่ายทอดเชื้อจากเมล็ดสู่ต้นกล้ามากกว่านี้ ควรมีดำเนินการทดสอบโดยวิธีการอื่นๆ เพิ่มเติม และควรทดสอบกับเมล็ดที่เก็บเพื่อใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ รวมทั้งวิธีการเก็บเกี่ยวเมล็ดที่อาจมีผลต่อการปนเปื้อนของเชื้อได้ในทางอื่นๆ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กฤษณา พงษ์พานิช. 2542. โรคของไม้ยูคาลิปตัสในประเทศไทยและแนวทางในการลดผลกระทบ, น. 101-106. ใน การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 4. สมาคมอารักขาพืชไทย. ชลบุรี.
- _____. 2546. โรคของยูคาลิปตัสในประเทศไทย (Eucalyptus diseases in Thailand). วนศาสตร์ 3(1): 28-29.
- _____. 2548. โรคของไม้ยูคาลิปตัส (Diseases of *Eucalyptus* spp.). สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้ และพันธุ์พืช, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- เดชา ดวงนามล. 2547. การคัดเลือกสายต้น *E. camaldulensis* ที่ต้านทานต่อโรคใบจุดที่เกิดจากเชื้อรา *Cryptosporiopsis eucalypti* โดยวิธี Rapid Screening. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พสุธา สุนทรห้าว. 2542. อุปทานไม้ท่อนยูคาลิปตัสและการวิเคราะห์ด้านการเงินของสวนป่าภาคเอกชนในประเทศไทยปี พ.ศ. 2540. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิจิตร โชคพัฒนา. 2546. ยูคาลิปตัส. เกษตรสาส์น. กรุงเทพฯ.
- ไพบุลย์ วงศ์สกุล. ม.ป.ป. การปลูกยูคาลิปตัส. กรมป่าไม้. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- มนตรี สนิทประชากร, สมศักดิ์ มั่นศรีสุขใจ และ สัมฤทธิ์ กิตติธรกุล. 2529. การปลูกไม้ยูคาลิปตัสในประเทศไทย. เอกสารส่งเสริมการปลูกป่าภาคเอกชน, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- _____. 2548. *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

- Andjic, V., G.E.St.J. Hardy, D. Xu, T.I. Burgess and B. Dell. 2005. Movement of *Phaeophleospora destructans* throughout Asia; A threat to Australia Native Forest, p. 262. *In Australasian Plant Pathology Society Conference Handbook 15th Bien.* Victoria, Australia.
- Barbe, P.A. 2004. Forest Pathology: The threat of Disease Plantation Forest in Indonesia. **Plant Pathol.** 3(2): 97-104.
- Crous, P.W. 1991. Two Newly Reported leaf Pathogens of *Eucalyptus grandis* in South Africa. **S. Afr. For. J.** 157: 12-15.
- _____. 1998. *Mycosphaerella* spp. and Their Anamorphs. APS. Minesota, USA.
- _____. F. A. Ferreira and B. C. Sutton. 1997. A Comparison of the Fungal Genera *Phaeophleospora* and *Kirramyces* (coelomycetes). **S. Afr. J. Bot.** 63(3): 111-115.
- _____. J. Z. Groenewald, J. P. Mansilla, G.C. Hunter and M. J. Wingfield. 2004. Phylogenetic reassessment of *Mycosphaerella* spp. and their anamorphs occurring on *Eucalyptus*. **Studies in Mycology** 50: 195–214.
- _____. P. S., Knox-Davies and M. J. Wingfield. 1989. Infection studies with *Phaeoseptoria eucalypti* and *Coniothyrium ovatum* on *Eucalyptus* spp. **S. Afr. For. J.** 149: 30-39.
- FAO. 2005. Plantation areas by species groups. **FAO Forestry Department.** Available Source: <http://www.fao.org/forestry/index/jsp>, December 21, 2005.
- Hadi, S. and S. T. Nuhamara. 1997. Diseases of Species and Provenances of Acacias in West and South Kalimantan, Indonesia. **Proceedings of an International Workshop.** Center for International Forestry Research, Subanjeriji (South Sumatra), Indonesia.

- Hunter, G. C., B. D. Wingfield, P. W. Crous, M. J. Wingfield. 2004. *Mycosphaerella* species causing leaf disease in South African Eucalyptus plantation. **Mycol. Res.** 108 (6): 672-681.
- Kleijunas, J. T., B. M. Tkacz and H. H. Budsall Jr. 2001. Pest risk assessment of the importation in to the United States of unprocessed Eucalyptus logs and chip from South America. **Forest Product Laboratory**. Available Source: www.fpl.fs.fed.us/documents/fplgtr/fplgtr124.pdf, May 21, 2005.
- Kaimowitz, D. 2003. Preface, p. V. In K. M. Old, M. J. Wingfield and Yuan Zi Q. **A Manual of Diseases of Eucalypts in South East Asia**. Center for International Forestry Research, Jakarta Indonesia.
- Lee, S. S. 2003. Pathology of Tropical Hardwood Plantation in South-East Asia. **New Zealand of For. Sci.** 32(2): 235-255.
- Pongpanich, K. 1990. Fungi associated with forest tree seeds in Thailand, pp. 114-121. In **Pest and Disease of Forest Plantation in Asia-Pacific Region**. Proceedings of the IUFRO Workshop. FAO, Bangkok.
- Old, K. 2002. Share Tree species – Share Tree Pathogens, pp. 14-17. In Barry, K. ed. **Heart rots in Plantation Hardwoods in Indonesia and Australia**. ACIAR Technical Reports no. 51e. Canberra.
- _____. 2005. Minimising disease impact on Eucalypts in Southeast Asia (FST/1994/041). **Australian Government - Australian Center for International Agricultural Research**. Available Source: [http://www.aciar.gov.au/web.nsf/att/ACIA-6H2W4V/\\$file/ACRC138_layout_A4.pdf](http://www.aciar.gov.au/web.nsf/att/ACIA-6H2W4V/$file/ACRC138_layout_A4.pdf), December 23, 2005.

- _____. M. Dudzinski, K. Pongpanich and P. Q. Thu. 2000. **Technical workshop on Eucalypts Diseases in Thailand: Laboratory Workbook**. ACIAR 9441. Bangkok.
- _____. K. Pongpanich, P. Q. Thu, M. J. Wingfield and Z. Q. Yuan. 2003a. *Phaeophleospora destructans* causing leaf blight epidemics in South East Asia, p.165. In **The 8th International Congress of Plant Pathology**. Vol. 2. Christchurch, New Zealand.
- _____. M. J. Wingfield and Z. Q. Yuan. 2003b. **A Manual of Diseases of Eucalypts in South East Asia**. Center for International Forestry Research. Jakarta, Indonesia.
- Park, R. F., P. J. Kean, M. J. Wingfield and P. W. Crous. 2000. Fungal Disease of Eucalypt Foliage, pp. 153-239. In P. J. Kean *et al.* eds. **Diseases and Pathogens of Eucalypts**. CSIRO Publishing, Melbourne.
- Stubbs, R. W., J. M. Prescott, E. E. Saari and H. J. Dubin. 1986. **Cereal Disease Methodology Manual**. CIMMYT, Mexico.
- Wingfield, M. J., P. W. Crous and D. Boden. 1996. *Kirramyces destructans* sp. nov., a serious leaf pathogen of Eucalyptus in Indonesia. **S. Afr. J. Bot.** 62(2): 325-327.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ตารางแสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา *P. destructans* ทดสอบบนอาหาร 2 ชนิด ที่ระดับอุณหภูมิ 15 20 25 และ 30 °ซ

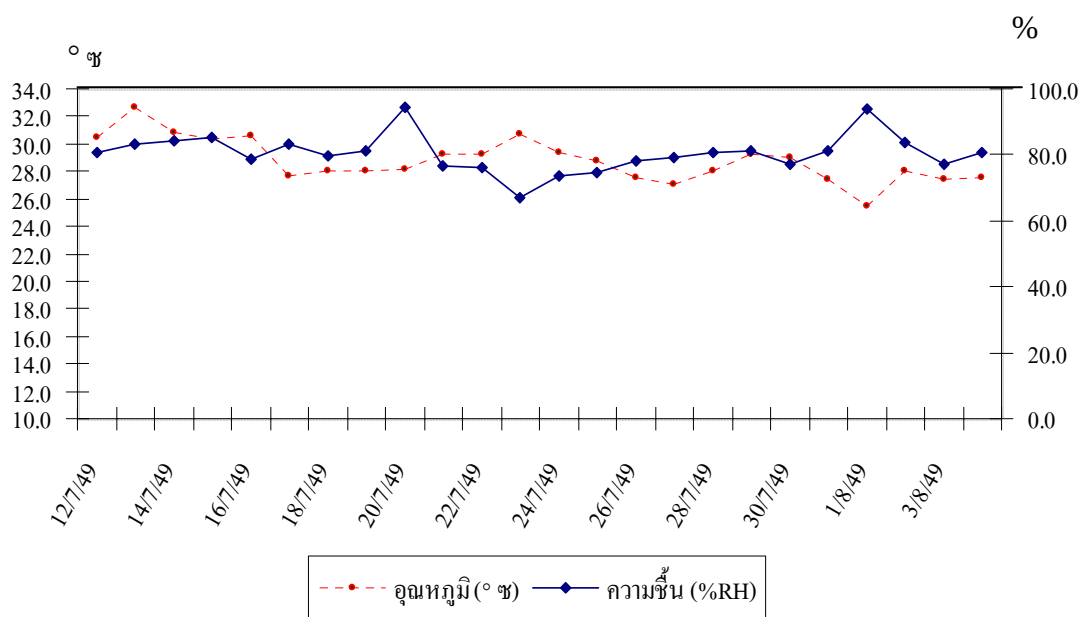
ซ้ำที่	CA				PDA			
	15 °ซ	20 °ซ	25 °ซ	30 °ซ	15 °ซ	20 °ซ	25 °ซ	30 °ซ
1	1.70	2.20	2.60	1.80	1.90	2.40	2.35	2.90
2	1.50	2.05	2.15	1.90	1.70	2.60	3.05	2.25
3	1.65	2.00	2.55	1.65	2.30	2.75	3.55	2.10
4	1.45	1.90	2.40	1.70	2.40	2.35	3.00	2.05
5	1.85	2.05	2.45	1.60	2.55	2.60	2.15	1.85
6	1.50	1.80	2.20	1.60	1.75	2.85	2.80	2.35
7	1.75	2.10	2.85	1.90	2.50	2.50	2.45	2.10
8	1.70	2.00	2.20	1.65	1.80	2.75	2.70	2.25
9	1.45	2.05	2.50	2.05	2.10	2.40	2.50	2.25
10	1.60	2.15	2.30	1.85	1.90	2.55	3.45	1.95
เฉลี่ย	1.62	2.03	2.42	1.77	2.09	2.58	2.80	2.21

ตารางผนวกที่ 2 เปอร์เซ็นต์ความงอกของสปอร์เชื้อรา *Phaeophleospora destructans* บน
อาหาร Water Agar และบนใบยูคาลิปตัส

ซ้ำที่	12 ชั่วโมง		24 ชั่วโมง		36 ชั่วโมง		48 ชั่วโมง		60 ชั่วโมง	
	agar	leaf	agar	leaf	agar	leaf	agar	leaf	agar	leaf
1	3.9	8.0	47.6	10.6	62.4	20.7	67.5	45.0	80.5	74.1
2	5.3	0.0	43.1	14.5	73.3	16.6	75.0	46.2	80.4	77.8
3	11.9	3.5	41.0	14.7	80.8	27.3	76.7	43.2	74.0	72.4
4	8.9	6.0	43.1	5.8	75.4	25.7	71.9	63.3	70.9	39.0
5	11.3	6.4	39.0	12.4	64.7	14.9	94.8	39.4	73.1	51.5
6	6.9	3.0	39.6	5.9	68.8	14.9	71.4	40.0	73.3	63.9
7	7.2	3.5	44.0	13.0	67.9	38.1	79.9	29.2	79.5	65.6
8	6.7	13.0	42.3	20.4	66.9	49.5	82.3	49.5	84.2	76.6
9	12.0	2.9	44.3	6.0	66.7	27.7	66.9	20.7	66.1	56.3
10	6.7	4.1	40.1	14.7	63.9	67.5	69.9	39.0	76.9	51.2
เฉลี่ย	8.08	5.0	42.5	11.8	69.1	30.3	75.6	41.6	75.9	62.8

ตารางผนวกที่ 3 อุณหภูมิและความชื้นในสภาพโรงเรือนตั้งแต่เริ่มการปลูกเชื้อแล้วคลุมด้วย
ถุงพลาสติก เป็นเวลา 5 วัน (วันที่ 12 ก.ค. - 16 ก.ค. 49) แล้วจึงเอาถุงพลาสติกออก
จนกระทั่งสังเกตพบอาการของโรค (25 ก.ค. 2549)

วัน/ เดือน/ ปี	อุณหภูมิ (° ซ)	ความชื้น (% RH)
12 ก.ค. 49	30.5	80.5
13 ก.ค. 49	32.7	83.3
14 ก.ค. 49	30.9	84.4
15 ก.ค. 49	30.4	85.4
16 ก.ค. 49	30.6	78.6
17 ก.ค. 49	27.7	83.2
18 ก.ค. 49	28.1	79.8
19 ก.ค. 49	28.1	81.2
20 ก.ค. 49	28.1	94.4
21 ก.ค. 49	29.2	76.9
22 ก.ค. 49	29.2	76.4
23 ก.ค. 49	30.7	67.1
24 ก.ค. 49	29.3	73.4
25 ก.ค. 49	28.7	74.7
26 ก.ค. 49	27.5	78.3
27 ก.ค. 49	27.1	79.0
28 ก.ค. 49	28.0	80.5
29 ก.ค. 49	29.2	81.2
30 ก.ค. 49	29.0	77.0
31 ก.ค. 49	27.5	81.2
1 ส.ค. 49	25.5	93.9
2 ส.ค. 49	28.1	83.9
3 ส.ค. 49	27.4	77.2
4 ส.ค. 49	27.5	80.7



ภาพผนวกที่ 1 อุณหภูมิและความชื้น ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่การปลูกเชื้อลงบนใบกล้า
ยูคาลิปตัส จนกระทั่งแสดงอาการโรค

ตารางผนวกที่ 4 เชื้อราสาเหตุโรคทางใบชนิดอื่นๆ ที่พบจากการประเมินความรุนแรงของโรคใบไหม้ในพื้นที่ อ. ท่าตะเกียบ จ. ฉะเชิงเทรา

สายต้น	เชื้อสาเหตุโรคทางใบชนิดอื่นๆ	หมายเหตุ
A1	Cr, Ph, M, Ps	Ph = <i>P. destructans</i> ,
A2	Ps	Cr = <i>Cryptosporiopsis eucalypti</i>
A3	M, Ps, Cr	M = <i>Mycosphaerella</i> spp.
A4	Cr, Ph, Co	Ps = <i>Pseudocercospora</i> spp.
A5	Cr, Ph, Ps, M	Co = <i>Coniella</i> sp.
A6	Ps, Cr, Ph	Qu = <i>Quambalaria</i> sp.
A7	Cr, M, Ph, Ps	
B1	Cr, Ph	
B2	Ph	
B3	Cr	
B4	Ph, Ps	
B5	Ph	
B6	Cr	
C1	Ph, Cr	
C2	Ph, Cr, Qu, Ps	
KS1	Ps, M	
SI1	Ph, Cr, Ps	
SI2	Cr, M	
TS5	Ph	

สูตรอาหารสังเคราะห์ที่ใช้ในการเลี้ยงเชื้อรา

1. Potato Dextrose Agar

มันฝรั่ง	200	กรัม
D- Dextrose	20	กรัม
Agar	15	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

2. Carrot Agar

แครอท	200	กรัม
Agar	15	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

3. V8 – agar

V8 juice	200	มิลลิลิตร
Agar	15	กรัม
น้ำกลั่น	800	มิลลิลิตร

4. Malt Extract Agar

Malt extract	20	กรัม
Agar	15	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวจันจิรา อายะวงศ์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 25 มิถุนายน 2516
สถานที่เกิด	จังหวัดลำปาง
ประวัติการศึกษา	ระดับปริญญาตรี คณะเกษตรศาสตร์ วิชาเอกโรคพืช มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นักวิทยาศาสตร์ ระดับ 5
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	กลุ่มงานกีฏวิทยาและจุลชีววิทยาป่าไม้ สำนักวิจัยและการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช 61 ถ. พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-