

การสำรวจและจำแนกชนิดของเชื้อราสกุล *Hypoxylon* Bull. โดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาในบริเวณพื้นที่อ่างเก็บน้ำมหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์

Survey and morphological identification of genus *Hypoxylon* Bull. collected in Prince of Songkla University reservoir.

นیرชา หลิมนุกุล¹, ณัฐพัชร ศรีหะนัต¹ และ ชนินันท์ พรสุริยา^{1*}

Neeracha Limnukul¹, Natthapat Srihanant¹ and Chaninan Pronsuriya^{1*}

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและจำแนกชนิดเชื้อราในสกุล *Hypoxylon* ที่พบในพื้นที่บริเวณอ่างเก็บน้ำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา การสำรวจและเก็บตัวอย่างดำเนินการในเดือนตุลาคม – ธันวาคม 2558 และ มิถุนายน – สิงหาคม 2559 จำแนกเชื้อราสกุล *Hypoxylon* ได้ 5 ชนิด คือ *H. fragiforme*, *H. haematostroma*, *H. lenormandii*, *H. monticulosum* และ *H. sublenormandii*, เชื้อราสกุล *Hypoxylon* spp. PSUSKW09 ไม่สามารถจำแนกโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาในระดับชนิดได้ และมีเชื้อรา *H. sublenormandii* เพียงชนิดเดียวเท่านั้นที่เจริญบนไม้ไผ่ (พืชใบเลี้ยงเดี่ยว) ส่วนเชื้อราอีก 5 ชนิดที่เหลือพบเจริญบนพืชใบเลี้ยงคู่
คำสำคัญ: *Hypoxylon*, การจำแนกชนิดโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา, อ่างเก็บน้ำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ABSTRACT: This research aimed to survey and identify fungi in the genus *Hypoxylon* in Prince of Songkla University reservoir by morphological identification. Survey and collection were conducted during the October – December 2558 and June – August 2559. Five species from the genus *Hypoxylon* were identified as *H. fragiforme*, *H. haematostroma*, *H. lenormandii*, *H. monticulosum* and *H. sublenormandii* and one strain, *Hypoxylon* spp. PSUSKW09 could not be identified at the species level by morphological characters. Only *H. sublenormandii* was found on bamboo (monocots), and the others were found on the dicots.

Keywords: *Hypoxylon*, Morphological identification, Prince of Songkla University reservoir

บทนำ

เชื้อราสกุล *Hypoxylon* อยู่ในวงศ์ Xylariaceae ไฟลัม Ascomycota สร้างแอสโคสปอร์ภายในถุงแอสคัส เชื้อราในจีนัสนี้มีการกระจายตัวอย่างกว้างขวางทั่วโลก ทั้งในเขตร้อน เขตกึ่งร้อนและทางใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกา อีกทั้งในหลายๆ พื้นที่ของประเทศไทย เชื้อราในสกุลนี้เจริญได้ดีในสภาพพื้นที่

โปร่งชื้น อากาศถ่ายเทได้สะดวก แสงแดดส่องถึง ในประเทศไทยพบเชื้อราสกุลนี้ในบริเวณป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง ป่าชายเลน ป่าพรุ สวนป่าและสวนผลไม้ (สุวรรค์, 2542) เชื้อราชนิดนี้ทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายเนื้อไม้ ในระบบนิเวศสามารถพบเชื้อราจีนัสนี้ได้บนเศษขอนไม้หรือกิ่งไม้ที่ตกลงสู่พื้นดิน บางชนิดดำรงชีวิตเป็นเอนโดรไฟต์อาศัยอยู่ภายในพืช (Promputtha, 2005; Thomscheck, 2010) ในต่างประเทศรายงานว่

¹ ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Department of pest management, Faculty of Natural resources, Prince of Songkla University.

* Corresponding author: chaninun.p@psu.ac.th

เชื้อราในสกุลนี้บางชนิดสามารถก่อโรคกับป่าไม้ได้ เช่น โรคแคงเกอร์ (canker) และยอดแห้งตาย (die back) ในต้นโอ๊ค (oaks) ซึ่งเกิดจาก *H. atropunctatum* (Williamson, 2010) การจำแนกเชื้อราในสกุลนี้สามารถจำแนกได้โดยการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา (morphology) ในเบื้องต้น โดยใช้ขนาด รูปร่าง และสีของสโตรมา (stroma) และ เพอริทีเซียม (perithecium) ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ใช้สร้างสปอร์ ตลอดจนลักษณะหลอดลายบนสปอร์ ลักษณะหูด (apical apparatus) ที่ช่วยดันสปอร์ให้หลุดออกมาจากถุงหุ้ม (ascus) ลักษณะร่องอกของสปอร์ (germ slit) รวมไปถึงการเกิดสีเมื่อทำปฏิกิริยากับสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ที่ความเข้มข้น 10% สำหรับในประเทศไทยมีผู้ศึกษาเชื้อราชนิดนี้ค่อนข้างน้อย โดยมีรายงานการค้นพบเชื้อราสกุล *Hypoxyton* ในประเทศไทยจำนวน 37 ชนิด เป็นเชื้อชนิดใหม่ 1 ชนิด และสายพันธุ์ใหม่ 1 ชนิด (สุรางค์, 2542) ต่อมา Suwannasai et al. (2005) ค้นพบเชื้อราสกุล *Hypoxyton* ชนิดใหม่ 3 ชนิด (*H. kanchanapisekii*, *H. sublenormandii*, และ *H. suranareei*) Sir et al. (2015) รายงานการค้นพบเชื้อราสกุล *Hypoxyton* ชนิดใหม่ 1 ชนิด (*H. folvo-sulphureum*) บริเวณภาคเหนือของประเทศไทย ในภาคใต้ของประเทศไทยมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราหลายชนิด และมีการทำการเกษตรกรรมที่เอื้อต่อการเจริญของเชื้อราชนิดนี้ กล่าวคือมีการทำสวนยางพารา สวนปาล์ม น้ำมัน และสวนผลไม้ ซึ่งเศษซากกิ่งไม้ที่ร่วงหล่นลงในพื้นที่เกษตรกรรมนั้น เป็นแหล่งพืชอาศัยที่สำคัญของเชื้อราสกุล *Hypoxyton* และในพื้นที่บริเวณอ่างเก็บน้ำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์มีความหลากหลายของไม้ยืนต้นหลายชนิด ประกอบกับเป็นพื้นที่ใกล้เคียงเขาคอหงส์ จึงเป็นพื้นที่ที่น่าสนใจในการศึกษาชนิดของเชื้อราในสกุลนี้ จากการศึกษาของ Stadler et al. (2006) รายงานสารที่ได้จากเชื้อ *H. fragiforme* มีคุณสมบัติออกฤทธิ์แบบไม่จำเพาะเจาะจง สามารถกำจัดได้เดือนฝอยและต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ได้ ซึ่งสารดังกล่าวเป็นอนุพันธ์ของ สาร mitorubins และ สาร

cytochalasins ทำให้นักวิจัยนั้นนอกจากได้ทราบชนิดของเชื้อรา *Hypoxyton* ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์แล้ว ยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจในการใช้ประโยชน์จากสารที่เชื้อราสามารถสร้างขึ้นในการควบคุมโรคพืชซึ่งเป็นแนวทางลดการใช้สารเคมีได้ต่อไปในอนาคต

วิธีการศึกษา

การเก็บตัวอย่างเชื้อรา *Hypoxyton*

ทำการเก็บตัวอย่างเชื้อราในกลุ่ม *Hypoxyton* ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ช่วงเดือนตุลาคม – ธันวาคม 2558 และ มิถุนายน – สิงหาคม 2559

การแยกเชื้อรา *Hypoxyton*

การแยกเชื้อราให้บริสุทธิ์โดยใช้วิธี single spore isolation โดยการทำความสะอาดบริเวณผิวหน้าของสโตรมา ด้วยเอธิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นใช้ใบมีดเฉือนบริเวณผิวหน้าสโตรมาออก เพื่อให้เห็นเพอริทีเซียม ที่ภายในบรรจุแอสคัส ภายในถุงแอสคัสบรรจุแอสโคสปอร์ (ascospore) ใช้เข็มเย็บแอสโคสปอร์เดี่ยว (single ascospore) ภายในถุงกล้องจุลทรรศน์นำไปเลี้ยงบนอาหาร PDA (potato dextrose agar) เมื่อเส้นใยเจริญ จึงทำการตัดบริเวณปลายเส้นใย (hyphal tip) ย้ายลงเก็บรักษาไว้ในหลอดอาหารเลี้ยงเพื่อเก็บเชื้อที่บริสุทธิ์ไว้จำแนกชนิดต่อไป

การจำแนกชนิดของเชื้อรา *Hypoxyton* โดยลักษณะสัณฐานวิทยา

ศึกษาลักษณะโครงสร้างภายนอกของตัวอย่างโดยถ่ายภาพและจดบันทึกลักษณะต่างๆ เช่น ขนาด รูปร่าง และสีของสโตรมา ตำแหน่งที่เชื้อราเจริญ (บนเปลือกไม้ หรือ เนื้อไม้) ลักษณะของวัสดุที่เชื้อราเจริญ (ไม้เนื้อแข็ง ไม้เนื้ออ่อน หรือ ไม้ที่มีข้อปล้อง) สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดขึ้นเมื่อทำการหยดสารโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH extractable) ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ โดยเปรียบเทียบกับแผ่นสีมาตรฐาน (PHS colour chart the royal horticultural

society, London) ศึกษาลักษณะภายใต้กล้องสเตอริโอ (stereo microscope) โดยใช้ใบมีดเฉือนบริเวณผิวหน้าสโตรมา ออกจนเห็นเพอริทีเซียม ใช้เข็มเขี่ยแอสคัสวางบนแผ่นสไลด์ที่หยดแลกโตฟีนอลคอตตอลบลู (lactophenol cotton blue LPCB) และน้ำยาเมลเซอร์ (melzer'reagent) เพื่อทำสไลด์กึ่งถาวร นำสไลด์ที่ได้ไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ compound microscope เพื่อศึกษารายละเอียดและลักษณะต่างๆ ของเชื้อราได้แก่ ลักษณะร่องอกสปอร์ ลักษณะหูดที่ดันสปอร์ออกจากถุงหุ้ม รวมไปถึงขนาดและลักษณะของแอสคัส และแอสโคสปอร์ ทำการเปรียบเทียบกับหนังสือ ได้แก่ Webster and Webter (2007), Thienhirun (1997), อนงค์ และคณะ (2540) สุรางค์ (2542), Suwannasi et al. (2005), Roger et

al. (2000) และจากงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

ผลการศึกษา

จากการเก็บตัวอย่างเชื้อรา *Hypoxylon* ตั้งแต่เดือนตุลาคม – ธันวาคม 2558 และ มิถุนายน – สิงหาคม 2559 ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์และจำแนกเชื้อราโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้ตัวอย่างเชื้อราทั้งหมด 5 ชนิด 9 ตัวอย่าง พบว่าเชื้อราที่เก็บได้แต่ละชนิดมีลักษณะที่แตกต่างกัน (Table 1) และมีเชื้อรา *H. sublenormandii* เพียงชนิดเดียวเท่านั้นจากการศึกษาในครั้งนี้ ที่เจริญบนซากไม้ไผ่ (พืชใบเลี้ยงเดี่ยว) ดังแสดงใน Figure 1

Table 1 Morphological characters of genus *Hypoxylon* in Prince of Songkla university reservoir.

Species	Stroma color	KOH extractable	Germ slit	Apical apparatus	Ascus (μ m)	Ascospore (μ m)	Figure
<i>H. fragiforme</i> PSUSKW31	orange red	orange	straight germ slit spore length	not seen	not seen	5.1 – 7 × 10.5 – 15	2
<i>H. haematostroma</i> PSUSKW24, PSUSKW17	sienna	orange	straight germ slit spore length	present	7.25 – 9.75 × 172.5	6.1 – 8.1 × 12.8 – 17.6 – 238.75	3
<i>H. lenormandii</i> PSUSKW01, PSUSKW04, PSUSKW19	sepia and brown vinaceus	cinnamon	slightly sigmoid germ slit spore length	not seen	4.75 – 8.5 × 121	3.8 – 6.1 × 8.9 – 15.1 – 155.75	4
<i>H. monticulosum</i> PSUSKW25	rust to sepia	purple	sigmoid germ slit spore length	not seen	2.0 – 6.0 × 72.75	2.9 – 4.1 × 7.4 – 9.4 – 100.5	5
<i>H. sublenormandii</i> PSUSKW30	reddish brown	brawn vinaceous	straight germ slit spore length	present	not seen	2.4 – 3.9 × 4.6 – 6.5	6
<i>Hypoxylon</i> spp. PSUSKW09	white	orange	straight germ slit spore length	present	not seen	4.4 – 5.5 × 0.8 – 14.1	7

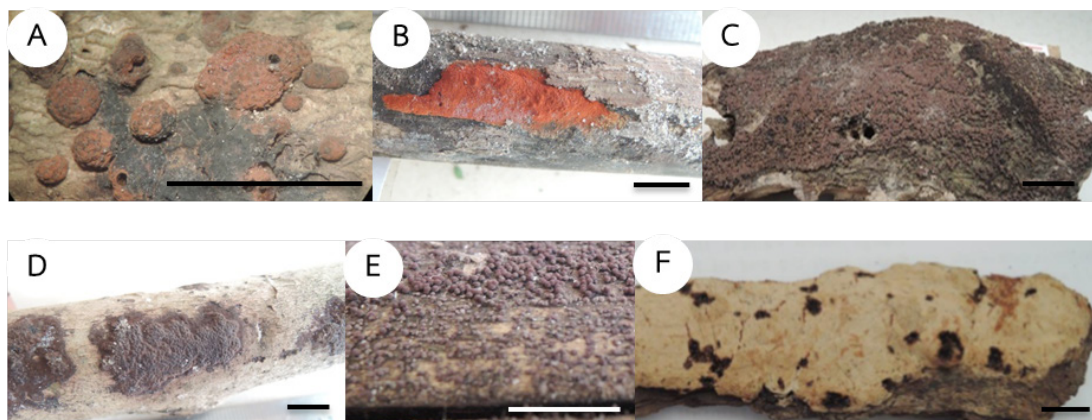


Figure 1 Stromatal structure of *Hypoxylon* species found in this study. A. *Hypoxylon fragiforme*, B. *Hypoxylon haematostroma*, C. *Hypoxylon lenormandii*, D. *Hypoxylon monticulosum*, E. *Hypoxylon sublenormandii* and F. *Hypoxylon* PSUSKW09, A, B, C, D and F on dicot substrate, E on monocot substrate. Scale bars: A, B, C, D and E = 1 cm.

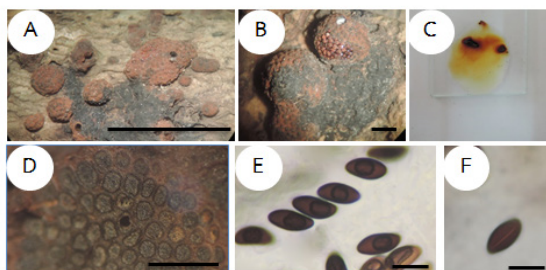


Figure 2 *Hypoxylon fragiforme* A. stromatal form, B. stromatal form, C. KOH-extractable pigment of orange, D. perithecia form, E. ascospore, F. ascospore with straight germ slit spore length. Scale bars. A, B, C=1 cm; D=25 μ m. and E=2 μ m.

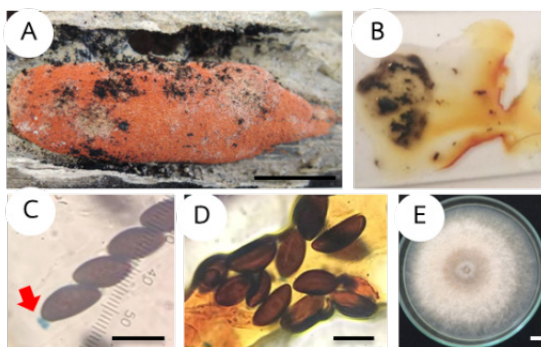


Figure 3 *Hypoxylon haematostroma* A. stromatal form, B. KOH-extractable pigment of orange, C. apical apparatus (arrow), D. ascospore with straight germ slit spore – length, E. culture characteristics on PDA after 7 days. Scale bars. A, E= 1 cm; C=25 μ m and D=10 μ m.

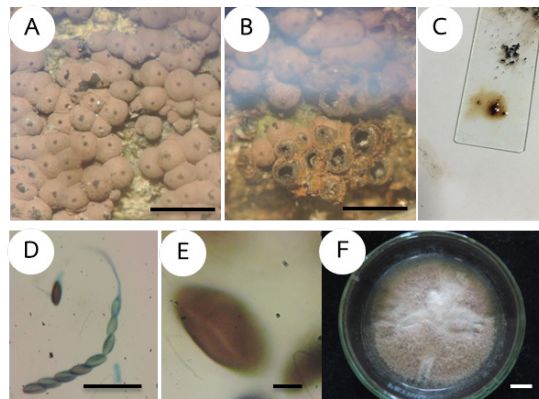


Figure 4 *Hypoxylon lenormandii* A. stromatal form, B. Perithecia form, C. KOH-extractable pigment of cinnamon, D. ascus form, E. ascospore with slightly sigmoid germ slit spore length, F. culture characteristics on PDA after 7 days. Scale bars. A, B, F=1 cm D= 25 μ m and E= 2 μ m.

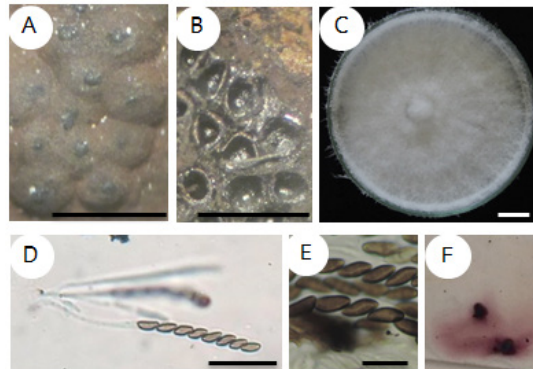


Figure 5 *Hypoxylon monticulosum* A. stromatal form, B. perithecia form, C. culture characteristics on PDA after 7 days, D. ascus form, E. ascospore with sigmoid germ slit spore length, F. KOH-extractable pigment of purple Scale bars. A, B, C=1 cm, D=25 μ m. and E=2 μ m.

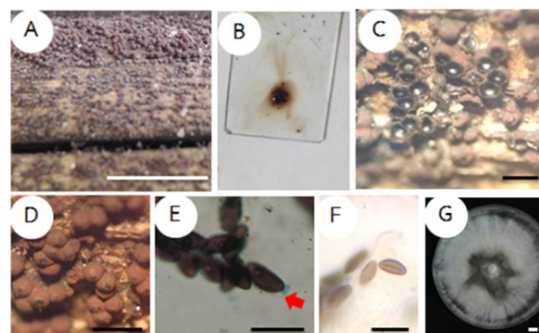


Figure 6 *Hypoxylon sublenormandii* A. stromatal form, B. KOH-extractable pigment of reddish brown, C. Perithecia form, D. stromatal form, E. apical apparatus (arrow), F ascospore, G. culture characteristics on PDA after 1 weeks Scale bars. A, C, D, G=1 cm; E=5 μ m; and F=10 μ m

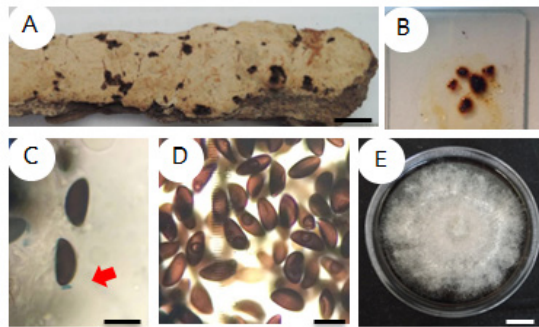


Figure 7 *Hypoxylon* spp. PSUSKW09 A. stromatal form, B. KOH-extractable pigment of orange, C. apical apparatus, D. ascus form (arrow), E. culture characteristics on PDA after 7 days. Scale bars A, E=1 cm. and C, D=25 μ m.

สรุปและวิจารณ์

จากการเก็บตัวอย่างเชื้อรา *Hypoxylon* ในช่วงเดือนตุลาคม – ธันวาคม 2558 และ มิถุนายน – สิงหาคม 2559 ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ได้ตัวอย่างทั้งหมด 5 ชนิด 9 ไอโซเลท สามารถจำแนกชนิดโดยลักษณะทางสัณฐานวิทยา (morphology systematics) ได้ 5 ชนิด คือ *H. fragiforme*, *H. haematostroma*, *H. lenormandii*, *H. monticulosum* และ *H. sublenormandii* และ *Hypoxylon* spp. PSUSKW09 ไม่สามารถจำแนกโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้ เนื่องจากมีลักษณะบางประการที่ไม่ชัดเจน ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคทางชีววิทยาระดับโมเลกุลเพื่อใช้จำแนกชนิดในการทดลองต่อไป จำนวนชนิดของเชื้อราสกุล *Hypoxylon* ที่พบมากที่สุดบริเวณพื้นที่รอบๆ อ่างเก็บน้ำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์คือ *H. lenormandii* พบจำนวน 3 ไอโซเลท รองลงมาคือ *H. haematostroma* จำนวน 2 ไอโซเลท *H. sublenormandii*, *H. fragiforme* รวมถึง *H. monticulosum* ชนิดละ 1 ไอโซเลท ซึ่งเชื้อราในจีนัสนี้มีสีของสโตรมาและสีที่เกิดจากการทำปฏิกิริยากับสารละลายไฮดรอกไซด์ที่แตกต่างกันในเชื้อราบางชนิด เช่น เชื้อรา *H. haematostroma* มีสีของสโตรมา สีเหลืองอมน้ำตาล (fulvous) สีน้ำตาลปนแดง (sienna) และ สีสนิม (rust) เป็นต้น เชื้อรา *H. lenormandii* มีสีของสโตรมา สี

น้ำตาลเข้ม (sepai) สีน้ำตาลเหลือง (brown vinaceous) สีเทาอ่อน (grayish) และ สีน้ำตาลอมดำ (fuscus) เป็นต้น การทำปฏิกิริยาของสโตรมากับสารละลายไฮดรอกไซด์เกิดสี เช่น สีน้ำตาลอ่อน (hazel) สีน้ำตาลปนแดง (sienna) สีน้ำตาลเหลือง (cinnaomond) สีแดงอมน้ำตาล (fulvulous) สีน้ำตาลไหม้ (umber) และสีดินเหลือง (ocheous) ในการทดลองนี้พบเชื้อรา *H. fragiforme* มีสโตรมาสีแดงส้ม (orange red) และสีสนิม (rust) ซึ่งมีรายงานการพบเป็นครั้งแรกในภาคใต้ของประเทศไทย โดย Srihanant (2016) บริเวณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งตรงกับ Roger et al. (2002) ได้รายงานไว้ จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างครั้งนี้พบเชื้อรา *H. sublenormandii* เป็นครั้งแรกในภาคใต้ของประเทศไทย และยังเป็นเชื้อราเพียงชนิดเดียวที่เจริญบนซากไม้ไผ่ ซึ่งเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และยังไม่มียารายงานการพบเชื้อราชนิดนี้เจริญบนเศษซากพืชใบเลี้ยงคู่ เชื้อราชนิดนี้พบครั้งแรกโดย Suwannasai et al. (2005) ที่จังหวัดกาญจนบุรี และตราด ซึ่งได้รายงานเป็นเชื้อราชนิดใหม่นอกจากนี้ได้รายงานเพิ่มเติมว่าเชื้อราชนิดนี้เจริญบนเศษซากไม้ไผ่

จากรายงานของ (Angawi, 2003; Tomscheck, 2010) ได้ค้นพบสาร Malettinin A จากเชื้อราสกุล *Hypoxylon* ที่ยังไม่ทราบชนิด และสารระเหย (volatile organic compound) สร้างจากเชื้อราสกุล *Hypoxylon*

ที่ดำรงชีวิตเป็นเอ็นโดรไฟต์ในพืช *Persea indica* ซึ่งมีคุณสมบัติในการต่อต้านเชื้อราสาเหตุโรคพืช เช่น *Aspergillus flavus*, *Botrytis cinerea* *Phytophthora cinnamomi*, *Cercospora beticola* และ *Sclerotinia sclerotionum* และแนวโน้มการปลูกปาล์มน้ำมันที่สูงขึ้นในพื้นที่ภาคใต้ทำให้เกิดแนวคิดในการศึกษาต่อไปคือการนำเอาตัวอย่างเชื้อราที่ได้มาเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาความสามารถในการเป็นเชื้อราปฏิปักษ์กับเชื้อ *Curvularia oryzae* สาเหตุโรคใบจุดในต้นกล้าปาล์มน้ำมันในอนาคต

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยบางส่วนจากสถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน ระยะที่2 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

- สุรางค์ เจริญทรัพย์. 2542. อนุกรมวิธานเชื้อราสกุล *Hypoxylon* ที่พบในประเทศไทย Taxonomy of the Genus *Hypoxylon* in Thailand.
- กลุ่มป้องกันรักษาเนื้อไม้ส่วนวิจัยและพัฒนาผลผลิตปาล์มน้ำมัน สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- อนงค์ จันทศรีสกุล, พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์ และ อุทัยวรรณ แสงวนิช. 2540. ความหลากหลายของเห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Angawi, R.F., D.C. Swenson, J.B. Gloer, and D.T. Wicklow. 2003. Malettinin A : a new antifungal tropolone form an unidentified fungal colonist of *Hypoxylon* stromata (NRRL 29110). Tetrahedon letters. 44: 7593-7596.
- Pasanen, A.L., J.P. Kasanen, S. Rautiala, J. Ikäheimo, H. Kääriäinen, and P. Kallioikoski. 2000. Fungal growth and survival on building materials under fluctuating moisture and temperature condition. International biodeterioration and biodegradation. 46: 117-127.
- Promptutha, I., R. Jeewan, S. Lumyong, E.H.C. McKenzie, and K.D. Hyde. 2005. Ribosomal DNA fingerprinting in the identification of non sporulating endophytes from *Magnolia liliifera* (Magnoliaceae). Fungal Diversity. 20: 167-186.
- Roger, J.D., Y.M. Ju, and M.J. Adams. 2002. Key of genere of Xylariaceae. :Systematic review of the published literature. Available: <https://goo.gl/Znfm7y>. Accessed Oct. 3, 2015.
- Sir, E.B., E. Kuhnert, F. Surup, K.D. Hyde, and M. Stadler. 2015. Discovery of new miturubin from *Hypoxylon fulvo-sulphureum* sp.nov. (Ascomycota, Xylariales). Mycol Peogress. 14: 28.
- Srihanant., N. 2016. Diversity of xylariaceae in Southern Thailand and their in vitro activity against basal stem rot (*Ganoderma boninensw* Pat.) of oil palm. Ph.D. Thesis. Prince of Songkla university, Songkhla.
- Stadler, M., D.N. Quang, A. Tomita, T. Hashimoto, and Y. Asakawa. 2006. Changes in secondary metabolism during stomatal ontogeny of *Hypoxylon* flagiforme. Mycological research. 110: 811-820.
- Suwannasia., N. 2005. Molecular taxonomic study of selected members of the Xylariaceae (fungi). Ph.D. Thesis. Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima.
- Thienhirun, S. 1997. A Preliminary account of the xylariaceae of Thailand. Ph.D. Thesis. Liverpool john Moures University, England.
- Tomscheck. A.R., G.A. Strobel. E. Booth. B. Geary. D. Spakowicz. B. Kingh. C. Floerchinger. J. Sears. O. Liarzi, and D. Ezra. 2010. *Hypoxylon* sp., an Endophyte of *Persea indica*, Producing 1,8-Cineole and Other Bioactive Volatiles with Fuel Potential. Microb Ecol. 60: 903-914.
- Webster, J., and R.W.S. Webter. 2007. Introduction to Fungi. pp. Cambridge University Press, New York.
- Willamson., M. 2010. *Hypoxylon* canker. Clemson cooperative extension systematic review of the published literature. Available: <https://goo.gl/5FFwmX>. Accessed Oct. 6, 2015.