

บทที่ 1

บทนำ (Introduction)

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เชื้อราแป้ง (powdery mildew fungi) เป็นเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่สำคัญชนิดหนึ่ง เนื่องจากสามารถเข้าทำลายพืชอาศัยได้หลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มพืชดอก (angiosperm) ประมาณ 10,000 ชนิด (species) ที่พบว่าเป็นพืชอาศัยของเชื้อราแป้ง (Amino, 1986) เชื้อราแป้งเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดโรคราแป้ง (powdery mildew disease) ซึ่งเป็นโรคพืชที่เห็นลักษณะอาการได้เด่นชัด โดยพืชที่ติดเชื้อบริเวณที่เกิดการติดเชื้อจะพบลักษณะเส้นใย หรือโคโคโลนีสีขาวต่อมาโคโคโลนีกลายเป็นสีเทา-น้ำตาล เชื้อราแป้งนี้สามารถเข้าทำลายพืชได้หลายส่วน เช่น ใบ กิ่ง ดอก ตา เป็นต้น จัดเป็นเชื้อราในกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กับพืชอาศัยเป็นอย่างมาก เชื้อราชนิดนี้ไม่สามารถทำการเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อได้ ต้องมีการเจริญเติบโตร่วมกับพืชอาศัย จึงจัดได้ว่าเชื้อราแป้งเป็นปรสิตอย่างแท้จริง (obligate parasite)

เชื้อราแป้งในปัจจุบันประกอบไปด้วยสมาชิก 13 genera ซึ่งมีจำนวนประมาณ 820 ชนิด (species) (Braun, 2011) การจัดจำแนกในปัจจุบันจัดอยู่ใน phylum Ascomycota, class Erysiphaceae, order Erysiphales (Leotiomyetidae) (Kirk *et al.*, 2008) โดยการจัดจำแนกเชื้อราแป้งทั่วไปตามลักษณะการเจริญของเส้นใยสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เชื้อราแป้งมีการเจริญของเส้นใยอยู่ที่ผิวภายนอกพืช (ecto-parasitism) และกลุ่มที่เชื้อราแป้งที่มีการเจริญของเส้นใยส่วนหนึ่งอยู่ที่ผิวภายนอกพืช และสามารถสร้างเส้นใยเจริญเข้าไปในปากใบของพืชอาศัย (endo-parasitism) การเจริญของเชื้อราแป้งทั้งสองกลุ่มได้เข้าทำลายพืชโดยการสร้างโครงสร้างพิเศษ ที่เรียกว่า haustorium เข้าไปดูดอาหารจากเซลล์พืช ลักษณะทางสัณฐานวิทยา (morphology) ของเชื้อราแป้งพบได้ทั้งในรูปแบบการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (anamorph) และการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (teleomorph) ซึ่งข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยาของการสืบพันธุ์ทั้งสองรูปแบบ สามารถนำมาใช้ในการจัดจำแนกเชื้อราแป้งได้ การจัดจำแนกโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เช่น ลักษณะของ mycelium, appressorium, รูปแบบการสร้าง conidia, ลักษณะของ foot-cells, fibrosin bodies ของ conidia, ลักษณะรูปร่างและขนาดของ conidia, ลักษณะของ germ tubes ส่วนการจัดจำแนกโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ จะพิจารณาลักษณะสำคัญ เช่น ลักษณะรูปร่างและขนาดของ cleistothecia, appendages, asci, ascospores เป็นต้น (Braun, 2011; Shin, 2000)

จากการศึกษาการจัดจำแนกเชื้อราแป้งจากอดีตจนถึงปัจจุบัน พบว่าเชื้อราแป้งในระยะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศสามารถแบ่งได้เป็น 4 genera คือ *Oidium*, *Ovulariopsis*, *Oidiopsis* และ *Streptopodium* โดยมีเพียง genus *Oidium* ที่มีการเจริญของเส้นใยอยู่บริเวณภายนอกของพืชอาศัย (ectophytic mycelium) (Braun, 2011) ในประเทศไทยซึ่งเป็นพื้นที่ที่ตั้งอยู่บริเวณสภาพอากาศร้อนชื้น

พบเชื้อราแบ่งในระยะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (anamorph) เป็นจำนวนมากในพืชอาศัยหลายชนิด แต่ทั้งนี้ก็สามารถพบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศได้เช่นกัน แต่พบได้น้อยชนิดกว่าระยะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (anamorph) (Giatgong, 1980)

สำหรับการศึกษาวิจัยความหลากหลายของเชื้อราแบ่งในจังหวัดเพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ในครั้งนี้จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเชื้อราแบ่งเป็นเชื้อราสาเหตุที่ก่อให้เกิดโรคพืชในพืชหลายชนิด โดยเฉพาะได้ส่งผลกระทบต่อการผลิตพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เช่น มะม่วง ยางพารา พืชตระกูลแตง มะเขือเทศ มะละกอ เป็นต้น ดังนั้นการศึกษานี้สามารถใช้เป็นแหล่งข้อมูล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการแก้ไขปัญหาการเกิดโรคราแบ่ง ลดความเสี่ยงและความเสียหายให้แก่เกษตรกร หรือใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับใช้เป็นข้อมูลด้านการกีดกันทางการค้า การกักกันพืชในการส่งออก หรือนำเข้าพืชจากต่างประเทศต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความหลากหลายของเชื้อราแบ่ง สาเหตุของโรคราแบ่ง (powdery mildew disease) ของพืช โดยเน้นพืชเศรษฐกิจและวัชพืช ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรีและจังหวัดประจวบคีรีขันธ์
2. เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา (morphology) ของเชื้อราแบ่งบนพืชอาศัยชนิดต่างๆ ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรีและประจวบคีรีขันธ์

3. ขอบเขตการศึกษาของโครงการวิจัย

ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราแบ่งในบริเวณพื้นที่เพาะปลูกพืช ในจังหวัดเพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเพื่อจัดจำแนกเชื้อราแบ่ง ซึ่งสามารถใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกันระหว่างระยะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual state) และระยะการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual state) มาใช้พิจารณา อีกทั้งเชื้อราแบ่งมีความสัมพันธ์อย่างจำเพาะเจาะจงกับพืชอาศัย เนื่องจากเป็น obligate parasite ที่ต้องดำรงชีวิตโดยการเจริญบนพืชอาศัยตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโต ซึ่งสอดคล้องกับ Physiological Species Concept เป็นการศึกษาความสามารถในการเข้าทำลายพืชอาศัยที่แตกต่างกันได้ในเชื้อราแบ่งแต่ละชนิด อีกทั้งยังสามารถนำเอาความรู้ที่ได้มาใช้พิจารณาร่วมใน Phylogenetic Species Concept ซึ่งเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อราแบ่งต่อไป โดยในบริเวณพื้นที่เพาะปลูกพืชในจังหวัดเพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ยังไม่พบการรายงานถึงเชื้อราแบ่งบนพืชชนิดต่างๆ จึงเป็นแนวทางทำให้เกิดการศึกษาในหัวข้องานวิจัยครั้งนี้

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

งานวิจัยที่ทำการศึกษานี้ คาดว่าจะได้ข้อมูลที่ใช้เป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาการระบาดของโรคราแป้ง โดยช่วยลดความเสียหาย ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคราแป้งให้แก่เกษตรกรในพื้นที่เพาะปลูกที่ทำการศึกษาหรือพื้นที่เป้าหมาย รวมทั้งพื้นที่ต่างๆ ในประเทศไทย อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลมาใช้ในการกำหนดมาตรการกีดกันการนำเข้าผลผลิตทางการเกษตร หน่วยงานที่สามารถนำผลการวิจัยที่ศึกษานี้ไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรผู้เพาะปลูกพืชในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ รวมทั้งเกษตรกรในพื้นที่ต่างๆ ทั่วประเทศไทย นักวิชาการ นิสิต นักศึกษาและผู้สนใจ

5. ทฤษฎี สมมติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

เชื้อราแป้งเป็นสาเหตุของโรคพืชที่สำคัญ พบการเข้าทำลายในพืชหลายชนิด ซึ่งส่งผลต่อความเสียหายแก่ผลผลิตต่อเกษตรกรผู้เพาะปลูกได้ โดยเฉพาะพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย โรคราแป้งในพืชแต่ละชนิดเกิดจากเชื้อราสาเหตุชนิดที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์กันอย่างจำเพาะระหว่างเชื้อราสาเหตุ และพืชอาศัย โดยในการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราแป้งนี้มีการนำเอาหลักแนวคิดของ Species Concept ต่างๆ มาใช้ในการจัดจำแนก ที่สำคัญได้แก่ Morphological Species Concept ที่เป็นศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเพื่อจัดจำแนกโดยเชื้อราแป้งมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกันระหว่างระยะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual stage) และระยะการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual stage) รวมถึงขนาดของลักษณะทางสัณฐานวิทยาต่างๆ ในแต่ละชนิด อีกทั้งเชื้อราแป้งมีความสัมพันธ์อย่างจำเพาะเจาะจงกับพืชอาศัย เนื่องจากเป็น obligate parasite ที่ต้องดำรงชีวิตโดยการเจริญบนพืชอาศัยตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโต จึงสามารถในเอา Physiological Species Concept ซึ่งใช้หลักการศึกษาศามารถในการเข้าทำลายพืชอาศัยที่แตกต่างกันได้ในเชื้อราแป้งแต่ละชนิด อีกทั้งยังสามารถนำเอาความรู้ที่ได้มาใช้พิจารณาไว้ใน Phylogenetic Species Concept ซึ่งเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อราแป้งต่อไป

ในบริเวณพื้นที่เพาะปลูกพืชในจังหวัดเพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ยังไม่พบการรายงานถึงเชื้อราแป้งบนพืชชนิดต่างๆ เพราะฉะนั้นการศึกษาคความหลากหลายของเชื้อราแป้งนี้จึงสามารถนำข้อมูลที่นำมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา ลดความเสี่ยงและความเสียหายให้แก่เกษตรกรได้ต่อไป

6. ตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. โรคราแป้ง

โรคราแป้งเป็นโรคพืชที่สำคัญมากชนิดหนึ่ง เนื่องจากสามารถเข้าทำลายพืชเศรษฐกิจที่สำคัญได้หลายชนิด โรคราแป้งมีสาเหตุจากเชื้อราแป้งใน Phylum: Ascomycota, Class: Leotiomycetes, Order: Erysiphales, Family: Erysiphaceae (Hibbett *et al.*, 2007) เชื้อราแป้งสามารถแพร่กระจายได้โดยลมและละอองน้ำฝน โดยเฉพาะการปลุกพืชใน โรงเรือนอาจทำให้เกิดการติดเชื้อราได้ง่าย เนื่องจากความชื้นในสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา จึงทำให้สปอร์ถูกปลดปล่อยออกมาปริมาณมาก (สงว, 2554) โดยปกติเชื้อราจะสร้าง conidia ซึ่งจะงอก germ tube เข้าทำลายพืชในช่วงที่มีสภาพอากาศแห้ง (Robert *et al.*, 2004)

1.1 ลักษณะอาการ ลักษณะอาการของโรคราแป้งจะพบอาการได้ที่ใบด้านล่างก่อนแล้วจึงลามขึ้นสู่ใบ ด้านบน ระยะแรกจะเห็นเส้นใยสีขาวของเชื้อรา มีลักษณะคล้ายผงแป้งโรยอยู่บนใบมองเห็นได้ชัดด้วย ตาเปล่า เชื้อราจะเจริญได้รวดเร็ว และแพร่กระจายเต็มไปหมดทั้งใบ (ภาพที่ 1) เมื่อการเข้าทำลายรุนแรงขึ้นใบพืชจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล จนใบจะแห้งตายในที่สุด อาการของโรคสามารถพบได้ทั้งหน้าใบและหลังใบ ส่วนความเสียหายที่เกิดขึ้นนั้น หากเป็นโรคในระยะต้นกล้า ติดฝัก และเมล็ดเริ่มเต่งแล้ว ความเสียหายด้านผลผลิตจะมีไม่มาก แต่หากเกิดในระยะออกดอกจะแคะแกระ็น การติดฝักไม่ดี ขนาดของฝักจะเล็ก และขนาดของเมล็ดก็จะเล็กลง (ชัยวัฒน์, 2549)



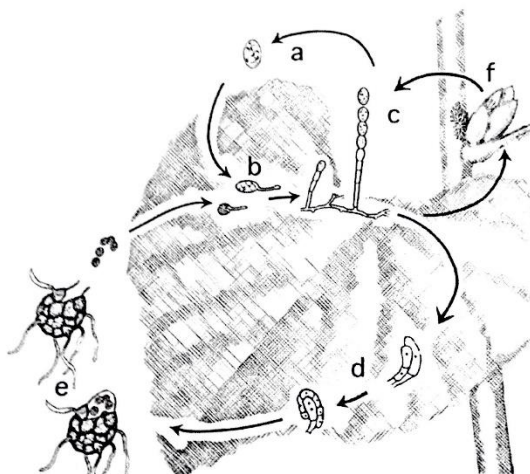
ภาพที่ 1 ลักษณะอาการของเชื้อราแป้งที่เข้าทำลายพืชหญ้ายาง

1.2 การแพร่ระบาด การระบาดของเชื้อราแป้งแพร่ระบาดโดยทางลม พบแพร่ระบาดได้ทั้งในพื้นที่เขตร้อน เขตหนาว เขตอบอุ่น และในพื้นที่ที่มีความชื้นสูง เชื้อราแป้งสามารถเข้าทำลายพืชได้ตลอดทั้งปี และทุกระยะการเจริญเติบโต (เขาวนาถ และคณะ, 2554) สภาพที่เหมาะสมต่อการเกิดโรคนั้น จะเกิดขึ้นได้ในสภาพอากาศเย็น ถ้าฝนตกลงมาเพียงพอก็จะเพิ่มความชื้นในอากาศ จะช่วยลดความรุนแรงของการระบาดของโรคได้บ้าง ในกรณีที่ปลุกพืชในโรงเรือนและมีการให้น้ำแบบน้ำหยด การระบาดของโรค

จะเป็นได้รุนแรงมากกว่า เนื่องจากใบพืชจะแห้งอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญของสาเหตุโรคราแป้ง ดังนั้นการปลูกพืชในโรงเรือนต้องระวังการระบาดของโรคนี้อย่างพิเศษ

2. เชื้อราแป้ง

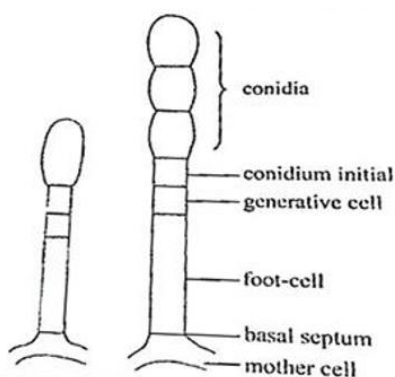
เชื้อราแป้ง (Powdery mildews) จัดเป็น obligate parasite ได้รับสารอาหารจากพืชโดยเส้นใยที่เจริญบนพืชสร้างโครงสร้างพิเศษ (specialized hypha) ที่เรียกว่า haustorium แทะเข้าสู่ภายในเซลล์ของ epidermal cell ของพืชเพื่อดูดซับอาหาร เชื้อราแป้งมีการสืบพันธุ์ได้ 2 แบบ ได้แก่ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยสร้าง conidia เกิดอยู่บนก้านชูสปอร์ที่เรียกว่า conidiophore ซึ่งอาจเกิดขึ้นเดี่ยวๆ เรียกว่า solitary หรือ single type หรือต่อกันเป็นสายโซ่ที่เรียกว่า chain type ส่วนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศเชื้อราแป้งจะสร้าง sexual เกิดภายในถุง ascus ที่อยู่ใน fruiting body ที่เรียกว่า ascocoma ที่มีลักษณะกลม มีสีเข้ม หรือสีดำ สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่ารอบๆ cleistothecium มี appendage ลักษณะเป็นยางคี่ยื่นออกมารอบข้าง โดย appendage จะมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันตามแต่ละชนิดของเชื้อราแป้ง โดยวงจรชีวิตของเชื้อราแป้งแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 วงจรชีวิตของเชื้อราแป้งในระหว่างการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและแบบอาศัยเพศ โดย (a) conidium (b) การงอก germ tube ของ conidium เพื่อพัฒนาเป็น haustorium (c) conidia บนก้าน conidiophore (d) การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศที่เกิดจากการรวมตัวกันของ mating types ที่ต่างกัน (e) cleistothecium ที่บรรจุ ascus และ (f) การอยู่ข้ามฤดู (overwintering) ของราแป้งบนตายอดของพืช

ที่มา : Daughtrey *et al.*, 2004

2.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาในระหว่างการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ สำหรับใช้ในการจัดจำแนกเชื้อราแป้งมีดังนี้ (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาในระยะเวลาการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศสำหรับการจัดจำแนกเชื้อราแป้ง

ที่มา : Braun *et al.*, 2002

2.1.1 Mycelium

เส้นใยของเชื้อราแป้งแบ่งตามลักษณะการเจริญบนพืชอาศัย ได้เป็น epiphytic mycelium และ endophytic mycelium โดยเส้นใยที่มีการเจริญแบบ epiphyte เส้นใยจะพัฒนาเจริญเป็น haustorium ที่เจริญแทงเข้าไปใน epidermal cells ของพืชอาศัย เพื่อดูดกินอาหาร ส่วนเส้นใยที่เจริญแบบ endophyte จะสร้างเส้นใยที่เจริญจากภายนอกพืชอาศัยแล้วเจริญ ผ่านทางปากใบเข้าสู่ภายในพืช เกิดเป็น internal mycelium และสร้าง haustorium เข้าทำลาย เซลล์พืชที่อยู่ภายใน เช่น เซลล์ในชั้นของ mesophyll หรือ palisade layer

เส้นใยที่เป็น primary mycelium ของเชื้อราแป้ง ปกติไม่มีสี มีผนังกันตาม ขวาง ผนังเซลล์บาง เซลล์เส้นใยเป็นแบบ uninucleate และมี vacuole อยู่ภายในเซลล์ เส้นใยมีการ แตกแขนงได้หลายลักษณะ โดยอาจจะแตกแขนงออกจากเส้นใยเดิมเป็นมุมต่าง ๆ กัน ตามชนิดของ ราแป้ง เส้นใยอาจตรงหรือโค้งงอ เส้นใยอาจจะสลายไปเมื่อมีการสร้าง cleistothecium โดยเรียกว่า evanescent หรือยังคงมีเส้นใยอยู่อย่างหนาแน่นภายหลังการสร้าง ascoma (cleistothecium) โดยเรียกว่า persistent ในขณะที่เชื้อราแป้งบางชนิดนอกจากจะสร้าง primary mycelium แล้วอาจจะสร้าง secondary mycelium ที่มีผนังหนาและมีสีเข้มขึ้น

2.1.2 Appressorium

Appressorium เป็นโครงสร้างที่เจริญแผ่ออกมาทางด้านข้างของเส้นใย เพื่อเพิ่มผิวสัมผัสกับผิวพืช และใช้ยึดติดกับผิวของพืชอาศัย โดยเกิดขึ้นที่ปลายสุดของ conidial germ tube ก็ได้ สามารถจำแนกลักษณะรูปร่างของ appressorium แบบต่างๆ ได้ 5 ชนิด (Braun, 1987) ดังนี้

(1) Indistinct : สังเกตได้จากการแผ่กว้างของเส้นใยเพียงเล็กน้อย

(2) Distinct, nipple-shaped : appressorium ในกลุ่มนี้ De Bary (1870) จัดอยู่ใน “haustorium appendiculata” โดยมีลักษณะเป็นตุ่ม หรือติ่งเล็กๆ ที่แผ่ยื่นออกไปทางด้านข้างของเส้นใย

(3) Distinct, lobe : มีลักษณะแบบ irregular lobed ซึ่งรูปทรงผันแปร ไม่แน่นอนตั้งแต่ slightly lobed จนถึง multi-lobed ซึ่งการจำแนกลักษณะใดเป็น slightly หรือ moderately lobed และ multi-lobed ในทางปฏิบัติทำได้ยาก

(4) Distinct, branch, coral-liked : พบได้ในเชื้อรา *Leveillula* species (Gorter, 1998)

(5) Distinct, hooked หรือ elongated, nipple-shaped : จัดเป็นกลุ่ม เฉพาะพบได้ใน genus *Phyllactinia* รูปร่างของ appressorium นี้ พบได้แตกต่างกันไป ส่วนมากพวกที่เป็น unlobe จะเกิดเดี่ยว ๆ แต่บางครั้งอาจพบ 2-3 อันต่อเซลล์เส้นใยหนึ่งเซลล์ ส่วนพวกที่เป็น lobed นั้นปกติอาจพบได้ตั้งแต่ 1 จนถึง 4 อันต่อหนึ่งเซลล์ โดยอาจเกิดอยู่ตรงข้ามกันหรือเกิดเรียงกัน

2.1.3 Conidia

Conidia ของเชื้อราแบ่งจัดเป็น meristem arthrospore ซึ่งปกติไม่มีสี มี เซลล์เดียว และมีหนึ่ง nucleus และ vacuole มีผนังบาง ภายในมี oil drops และมีอนุภาคอื่น ๆ เป็นองค์ประกอบ โดย conidia ของราแบ่งบางชนิด เช่น *Podospaera*, *Cystotheca* (Syn: *Sphaerotheca*) หรือ *Sawadaea* อาจมีอนุภาคที่สะท้อนแสงที่เรียกว่า fibosin body ซึ่งเป็นอนุภาคที่มีขนาด 2-8 μm ประกอบด้วย B IV carbohydrate ที่มี nitrogen เป็นส่วนประกอบ ปกติอนุภาคดังกล่าวจะพบ ขณะที่ conidia ยังสดอยู่เท่านั้น และเป็นลักษณะสำคัญในการจำแนกชนิดของเชื้อราแบ่ง โดยอัตราส่วนของความยาวต่อความกว้าง และลักษณะรูปร่างของ conidia ของเชื้อราแบ่งมักจะคงที่ และมีประโยชน์ต่อการจัดจำแนกชนิดของเชื้อราแบ่ง ขนาดของ conidia ขณะที่ยังสดอยู่มีขนาดแตกต่างกันกับตัวอย่างแห้งจาก herbarium โดยขนาดของ conidia แห้งจะมีลักษณะหดเล็กกว่าตัวอย่างสด

2.1.4 Conidiophore

Conidiophore แบ่งตามลักษณะการสร้าง conidia เช่น ก้าน conidiophore ที่ให้กำเนิด conidia เพียง 1 เซลล์ต่อวัน เรียกว่า singly หรือ solitary conidia หรือ pseudidium type ในขณะที่เชื้อราแบ่งบางชนิดจะผลิต conidia ได้หลายอันต่อวันจะต่อกันเป็นสายโซ่ (chain type) (Shin and La, 1993) ซึ่งได้แบ่งชนิดของก้าน conidiophore ของเชื้อราแบ่ง ออกได้เป็น 2 กลุ่ม ตามลักษณะจำนวนการผลิตของ conidia ทำให้สามารถแบ่งชนิดของก้าน conidiophore ของเชื้อราแบ่งได้ 2 กลุ่มดังนี้

(1) Conidia singly หมายถึง ก้าน conidiophore ที่ผลิต conidia เกิดเดี่ยวๆ เพียง 1 conidium ต่อวัน พบได้ทั่วไปในเชื้อรา *Erysiphe*, *Microspora*, *Phyllactinia* และ *Uncinula* เป็นต้น (Shin and Zheng, 1998; Shin, 2000)

(2) Conidia in chain ได้แก่ เชื้อราแบ่งที่ผลิต conidia หลายอันต่อวัน ต่อกันเป็นสายโซ่ พบใน genus *Oidium*

2.1.5 Haustorium

Haustorium เป็นโครงสร้างที่เชื้อราแบ่งสร้างขึ้น เพื่อดูดสารอาหารจากเซลล์พืชอาศัย ซึ่งผู้ที่ศึกษาถึงโครงสร้างของ haustorium เชื้อราแบ่งเป็นคนแรกคือ De bary (1870) ต่อมา Smith (1900) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ haustorium ของเชื้อราแบ่งอย่างจริงจัง ตามด้วยการศึกษา ของ Sawada (1914) ทำให้ทราบรายละเอียดของโครงสร้างนี้มากขึ้น โดยพบว่าในเชื้อรากลุ่มที่เป็น ectophytic นั้น haustorium จะถูกสร้างขึ้น โดยเริ่มจากตรงกึ่งกลางของเส้นใยจะเกิดการเจริญงอกออกเป็นเส้นใยขนาดเล็กคือ germ tube แล้วปลายเส้นใยเกิดการขยายขนาดเป็นโครงสร้างที่เรียกว่า appressorium ซึ่งแทงทะลุผนังเซลล์เข้าสู่ภายในเซลล์ผิว การแทงเข้าสู่เซลล์พืชนี้มี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 เป็นการใช้อะไรบางอย่างเพื่อย่อยส่วนของ cuticle และ cell wall เพื่อให้ผนังอ่อนนุ่ม จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นที่ 2 ด้วยการใช้แรงดันกล เพื่อแทงเส้นใยขนาดเล็ก ให้ทะลุผ่าน cell wall เข้าไป โดยการแทงผ่านเข้าไปในเซลล์พืชนี้ cell membrane ของพืชจะไม่ฉีกขาด และเซลล์พืชจะไม่ตาย จากนั้นตรงส่วนปลายของเส้นใยขนาดเล็ก จะขยายขนาดโป่งพองออกกลายเป็น haustorium โดยทั่วไปส่วนของ haustorium ของเชื้อราแบ่ง จะเกิดภายในชั้นของ epidermal cells เช่น เชื้อราแบ่งที่เป็น ectophyte แต่ในเชื้อราบางชนิด เส้นใยอาจจะแทงทะลุลงสู่ชั้นของเซลล์ที่อยู่ลึกลงไป เช่น ที่พบใน *Erysiphe adunca* หรือในกรณีของเชื้อรากลุ่มที่เป็น endophytic mycelium เช่น *Phyllactinia guttata* นั้น haustorium จะถูกสร้างขึ้นจากเส้นใยที่อยู่ภายในพืชอาศัยแล้วเข้าทำลายเซลล์พืชที่อยู่ในชั้นที่ลึกเข้าไปในชั้นของ mesophyll หรือ palisade layer เป็นต้น

2.1.6 Foot-cell

Foot-cell เป็นเซลล์ที่ฐานของก้าน conidiophore อาจเรียกว่า basal cell เนื่องจากเป็นเซลล์ที่อยู่ต่ำสุดของก้าน conidiophore สำหรับความยาว และรูปร่างของ foot-cell จะแตกต่างกันไปในเชื้อราแต่ละ species และสามารถนำมาใช้ในการจำแนกของเชื้อราได้

2.1.7 Mother cell

Mother cell เป็นเซลล์เส้นใยที่ให้กำเนิดก้าน conidiophore ซึ่งโดยปกติ แล้วเชื้อราแบ่งส่วนใหญ่ mother cell จะให้กำเนิดก้าน conidiophore เพียงหนึ่งก้าน แต่ในบางครั้งอาจพบได้มากถึง 2-3 ก้านต่อหนึ่ง mother cell หรืออาจมีเชื้อราแบ่งบาง species ที่สร้างก้าน conidiophore ที่ไม่อยู่ตรงกึ่งกลางของ mother cell นอกจากนี้ยังพบว่าผนังก้านตามขวาง (basal septum) ที่กั้นแบ่งระหว่าง mother cell กับ foot cell ของก้าน conidiophore อาจจะชิดกับ mother cell ตรงจุดที่ก้าน conidiophore แตกแขนงออกไป หรืออาจจะอยู่สูงขึ้นไปจากจุดแยกของก้าน conidiophore

2.1.8 ลักษณะการงอกของ conidia

ปกติจะพบ germ tube เจริญออกมาจากด้านปลายของ conidia หรือเจริญออกมาทางด้านข้าง (laterally) ซึ่งลักษณะเฉพาะของการงอกของ conidia จะขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อราแป้ง การงอกของ conidia สามารถนำมาใช้จำแนกเชื้อราได้ ซึ่ง Braun (1987) มีความเห็น สอดคล้องกับ Hirata (1955) โดยกำหนดลักษณะของแบบแผนการงอกของ conidia ของเชื้อราแป้ง ออกเป็นแบบต่าง ๆ 4 แบบ ซึ่งภายหลัง To-anun (2002) ได้มีการพบลักษณะการงอกของ germ tube ของเชื้อราแป้งแบบที่ 5 (Microidium type) ในปัจจุบันจึงจัดกลุ่มลักษณะการงอกของ germ tube เป็น 5 แบบ ได้แก่

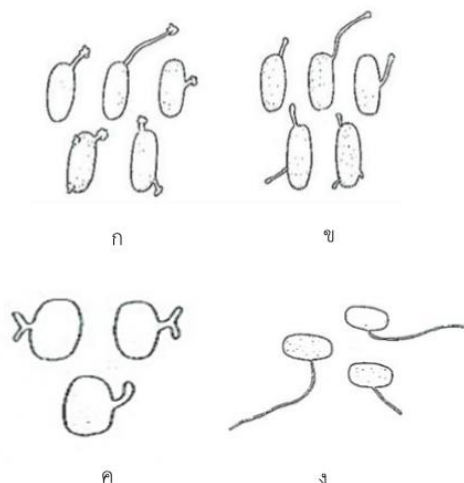
(1) Polygoni type : ลักษณะของ germination ชนิดนี้จะสร้าง germ tube ออกจากปลายสุดหรือ ทางไหล่ของ conidia หรือบางครั้งจะออกออกทางด้านข้างก็ได้ โดยที่ปลาย ของ germ tube จะพบ appressorium เป็นแบบ lobe ขนาดของ germ tube มีตั้งแต่สั้นถึงยาว ปานกลาง โดยมีอัตราการเจริญของ germ tube เป็นไปอย่างรวดเร็ว ใช้เวลาประมาณ 5 ชั่วโมง ก็ สร้างเสร็จสมบูรณ์ (ภาพที่ 4 ก)

(2) Cichoracearum type : สร้าง germ tube เกิดที่ปลาย หรือไหล่ของ conidia บางครั้งอาจสร้างที่ด้านข้างของ conidia ก็ได้ germ tube มีรูปกระบอกขนาดตั้งแต่สั้น ถึงยาวปานกลาง ใช้เวลาพัฒนาสมบูรณ์ประมาณ 8-10 ชั่วโมง conidia ของเชื้อราแป้งในกลุ่มนี้มี fibrosin bodies (ภาพที่ 4 ข)

(3) Fuliginea type : สร้าง germ tube สั้นมาก ไม่มี appressorium ที่ เติบโตออกมาจากด้านข้าง conidia มีลักษณะเป็นง่าม ลักษณะกว้าง การพัฒนาจนสมบูรณ์ค่อนข้างช้า conidia ของเชื้อราแป้งในกลุ่มนี้จะมี fibrosin bodies อยู่ภายใน (ภาพที่ 4 ค)

(4) Pannosa type : สร้าง germ tube ขนาดยาวปานกลางถึงยาวมาก โดยปกติ germ tube งอกจากด้านข้าง มีส่วนน้อยมากที่งอกออกมาจากทางปลาย หรือทางไหล่ของ conidia ที่ปลายของ germ tube ไม่มี appressorium ที่เติบโต การพัฒนาของ germ tube ค่อนข้างช้า ใช้เวลามากกว่า 10 ชั่วโมง conidia ของเชื้อราแป้งในกลุ่มนี้จะมี fibrosin bodies เป็น องค์ประกอบอยู่ภายใน (ภาพที่ 4 ง)

(5) Microidium type : สร้าง germ tube รูปทรงกระบอกกว้าง ขนาดใหญ่ ยาวปานกลาง เจริญออกมาจากปลายหรือไหล่ของ conidia โดยส่วนปลายของ germ tube จะสร้าง appressorium รูป nipple หรือ lobe มักจะพบ germ tube ขนาดเล็ก ๆ อีก 2-3 อัน เจริญออกมาทางปลาย หรือไหล่ของ conidia ทั้งสองด้าน เชื้อราในกลุ่มนี้สร้าง conidia รูปทรงกระบอก หรือ barrel-cylindric มี oil-drop อยู่ภายใน



ภาพที่ 4 ลักษณะการงอกของ conidia; ก : Polygoni type ข : Cichoracearum type
 ค : Fuliginea type ง : Pannosa type
ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Hirata (1955)

2.2 การจัดจำแนกเชื้อราแป้ง

2.2.1 การจัดจำแนกชนิดเชื้อราแป้งตามการสีบพันธุ์แบบอาศัยเพศ Braun (1995) ได้จำแนกเชื้อราแป้งตามการสีบพันธุ์แบบอาศัยเพศได้ทั้งหมด 18 genera ซึ่งนับเป็นการจัดจำแนกชนิดของเชื้อราแป้งที่สมบูรณ์มากที่สุด และได้รับการยอมรับทั่วไปในหมู่นักราวิทยาทั่วโลก โดยการจัดจำแนกรูปแบบของ Braun (1995) ได้ถูกใช้เป็นแบบในการจัดจำแนกชนิดของเชื้อราแป้งอย่างแพร่หลายก่อนที่จะมีการนำเทคนิคด้านอณูชีววิทยามาใช้ในการจัดจำแนกเชื้อราแป้ง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 โครงสร้างการจัดจำแนกเชื้อราแป้ง (Family Erysiphaceae)

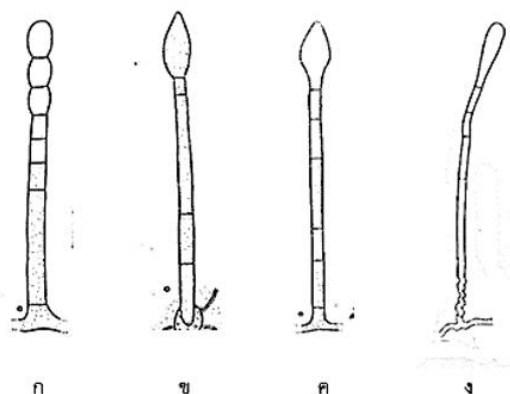
Family	Subfamily	Tribe	Subtribe	Genus	
Erysiphaceae	Erysiphoideae	Cystotheceae		<i>Cystotheca</i> (<i>Oidium</i>) <i>Podosphaera</i> , <i>Sphaerotheca</i> (<i>Oidium</i>)	
			Erysipheae	Sawadaeinae	<i>Sawadaea</i> (<i>Oidium</i>)
				Microsphaerinae	<i>Microsphaera</i> (<i>Oidium</i>) <i>Medusosphaera</i> <i>Arthrocladiella</i> (<i>Oidium</i>)
				Typhulochaetinae	<i>Typhulochaeta</i>
				Erysiphinae	<i>Blumeria</i> (<i>Oidium</i>) <i>Erysiphe</i> (<i>Oidium</i>) <i>Setoerysiphe</i> <i>Brasiliomyces</i>
				Uncinuliinae	<i>Uncinula</i> (<i>Oidium</i>) <i>Uncinuliella</i> <i>Bulbouncinula</i>
			Phyllactinioideae	Phyllactinia	<i>Phyllactinia</i> (<i>Ovulariopsis</i>) <i>Leveillula</i> (<i>Oidiopsis</i>) <i>Pleochaeta</i> (<i>Streptopodium</i>)

หมายเหตุ : โฉงเล็บ คือ ชื่อ genus แบ่งตามการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

ที่มา : ดัดแปลงจาก Braun et al (2002)

2.2.2 การจัดจำแนกชนิดเชื้อราแป้งตามการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

Sawada (1914) เป็นคนแรกที่ยังจัดจำแนกชนิดเชื้อราแป้งตามลักษณะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ต่อมา Yarwood (1957) สำรวจและศึกษาเชื้อราแป้ง ซึ่งรวมถึงลักษณะของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วย และให้ความสำคัญกับระยะเวลาการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของเชื้อราแป้งจำนวนมาก ต่อมา Braun et al. (2002) ได้รวบรวมผลงานของ Cook และ Takamatsu ที่ใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศนี้ โดยสามารถจำแนกรายแป้งออกได้เป็น 4 genus 8 subgenus และ To-anun et al. (2002) ได้พบ subgenus ใหม่ คือ *Microidium* ใน genus *Oidium* ทำให้ปัจจุบันมีเชื้อราแป้งทั้งหมด 4 genus ได้แก่ *Oidium*, *Oidiopsis*, *Ovulariopsis* และ *Streptopodium* (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ลักษณะโครงสร้างของเชื้อราแบ่งระยะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศในสกุลต่างๆ;

ก : Genus *Oidium* ข : Genus *Oidiopsis* ค : Genus *Ovulariopsis* ง : Genus *Streptopodium*

ที่มา : Braun et al. (2002)

2.2.2.1 Genus *Oidium*

ราแบ่งใน genus นี้เป็นเชื้อราแบ่งที่สร้างเส้นใยอยู่ภายนอกพืช อาศัย การสร้าง conidia ได้ 2 แบบคือ แบบต่อกันเป็นสายโซ่ และแบบเดี่ยว ประกอบด้วยเชื้อราใน subgenus ต่างๆ รวม 9 subgenus ดังนี้

1. **Subgenus *Pseudooidium*** สร้าง conidia แบบ single type ภายใน conidia ไม่มี fibrosin body เมื่อ conidia งอกจะสร้าง germ tube แบบ polygoni type ที่เส้นใยพบ appressorium แบบ lobe เชื้อราแบ่งในกลุ่มนี้มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจัดอยู่ใน genus *Erysiphe*
2. **Subgenus *Setoidium*** สร้าง conidia ต่อกันเป็นสายโซ่ ภายในมี fibrosin body สร้าง aerial hypha ที่เส้นใยพบ appressorium แบบ indistinct หรือ nipple-shaped เมื่อ conidia งอกสร้าง germ tube แบบ pannosa type การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจัดอยู่ใน genus *Cystotheca*
3. **Subgenus *Fibroidium*** สร้าง conidia ต่อกันเป็นสายโซ่ ภายในมี fibrosin body สร้าง conidia ชนิดเดี่ยวที่เส้นใยพบ appressoria แบบ indistinct หรือ nipple-shaped เมื่อ conidia งอกสร้าง germ tube แบบ fuliginea type หรือ pannosa type การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจัดอยู่ใน genus *Podosphaera*
4. **Subgenus *Octagoidium*** สร้าง conidia ต่อกันเป็นสายโซ่ ภายในมี fibrosin body สร้าง conidia สองชนิดที่เส้นใยพบ appressorium แบบ indistinct เมื่อ conidia งอก

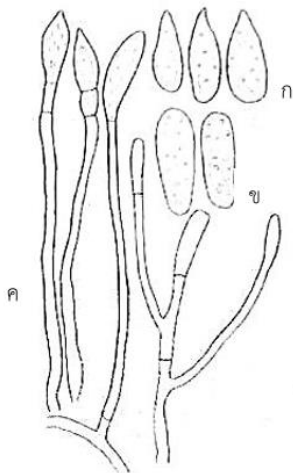
สร้าง germ tube แบบ pannosa type พบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจัดอยู่ใน genus *Sawadaea*

5. **Subgenus *Oidium*** สร้าง conidia ต่อกันเป็นสายโซ่ ภายในไม่มี fibrosin body ก้านชูสปอร์ มีลักษณะโป่งพอง ที่เส้นใยพบ appressorium แบบ indistinct เมื่อ conidia งอกสร้าง germ tube แบบ cichoracearum type ราในกลุ่มนี้พบเป็นสาเหตุของโรคราแป้งในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว พบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจัดอยู่ใน genus *Blumeria*
6. **Subgenus *Striatoidium*** สร้าง conidia ต่อกันเป็นสายโซ่ ภายในไม่มี fibrosin body ที่เส้นใยพบ appressorium แบบ lobe หรือ multilobed เมื่อ conidia งอกสร้าง germ tube แบบ polygoni type พบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจัดอยู่ใน genus *Neoerysiphe*
7. **Subgenus *Graciloidium*** สร้าง conidia ต่อกันเป็นสายโซ่ ภายในไม่มี fibrosin body ลักษณะก้านชูสปอร์ มีลักษณะที่แยกกันไม่ออกระหว่าง conidia กับเซลล์ที่สร้าง conidia คือมีขนาดใกล้เคียงกัน หรือเท่าๆกันที่เส้นใยพบ appressorium แบบ nipple-shaped เมื่อ conidia งอกสร้าง germ tube แบบ cichoracearum type พบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจัดอยู่ใน genus *Arthrocladiella*
8. **Subgenus *Reticuloidium*** สร้าง conidia ต่อกันเป็นสายโซ่มีขอบด้านข้างเป็นแบบ sinuate-edge ภายใน conidia ไม่มี fibrosin body ที่เส้นใยพบ appressorium แบบ indistinct เมื่อ conidia งอกสร้าง germ tube แบบ cichoracearum type พบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจัดอยู่ใน genus *Arthrocladiella*
9. **Subgenus *Microidium*** สร้าง conidia ต่อกันเป็นสายโซ่ ภายในไม่มี fibrosin body แต่พบลักษณะเป็นหยดน้ำมัน ที่เส้นใยพบ appressorium แบบ indistinct หรือ nipple-shaped หรือ lobed-shaped เมื่อ conidia งอกสร้าง germ tube แบบ microidium type ยังไม่พบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ

2.2.2.2 Genus *Oidiopsis*

เชื้อราใน genus นี้มีลักษณะสำคัญคือเส้นใยเป็นแบบ endophytic mycelium มีลักษณะเป็น dimorphic คือมีรูปร่างแตกต่างกัน 2 แบบ โดยที่ conidia อันแรกจะสร้างขึ้นจะเกิดบนก้าน conidiophore จะแตกแขนงออกมาจากเส้นใยที่อยู่ภายใน โดยโผล่ยื่นออกมาทางปากใบของพืชอาศัย มีความยาวและผอมบางมีผนังกัน และรูปร่างแตกต่างกันอย่าง ชัดเจนกับ conidia ที่สร้างขึ้นต่อกันมาภายหลัง โดยพบว่าลักษณะของ primary conidia รูปร่างเป็นแบบ lanceolate ซึ่งมีปลายยอดแหลม ส่วน

secondary conidia จะมีรูปร่างตั้งแต่แบบ ellipsoid จนถึงรูปร่างแบบ cylindric ที่มีส่วนปลายกลม หรือ ยอดตัดปลายไม่แหลม โดยปกติพบว่า conidiophore ของเชื้อราแบ่งใน genus นี้ประกอบด้วยเซลล์หลาย เซลล์ มีจำนวนไม่แน่นอน (ภาพที่ 6)



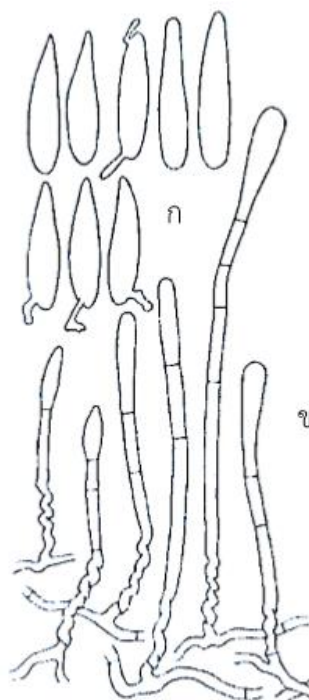
ภาพที่ 6 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา genus *Oidiopsis*; ก : primary conidia ข : secondary conidia ค : conidiophore
ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Braun *et al.* (2002)

2.2.2.3 Genus *Ovulariopsis*

เชื้อราแบ่งใน genus นี้มีลักษณะสำคัญคือ เส้นใยบางส่วนเป็น endophytic mycelium โดยเส้นใยเจริญอยู่ภายในพืชอาศัยพอ ๆ กับเจริญอยู่ภายนอกพืชอาศัย ลักษณะของ conidia มีรูปร่างแบบ clavate บางครั้งพบรูปร่างแบบ oblanceolate, rhomboid หรือ angular สร้าง conidia ชนิดเดียวแบบ single type ก้านชูสปอร์สามารถแตกแขนงออกมาจาก เส้นใยที่อยู่ภายในและภายนอก มีลักษณะผอมบางยาว เส้นใยพบ appressorium แบบ lobe พบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ จัดอยู่ใน genus *Phyllactinia*

2.2.2.4 Genus *Streptopodium*

เชื้อราแบ่งใน genus นี้มีลักษณะสำคัญคือ บริเวณ foot cell ของ conidiophore บิดเป็นเกลียว (spirally twisted) สร้าง conidia ได้สองแบบ คือ primary conidia ที่มีรูปร่างเป็นแบบฐานกว้างแต่ปลายเรียวเล็กเรียกว่า apically pointed และ secondary conidia ที่มีรูปร่างเป็นแบบ oblanceolate ถึง ellipsoid ดังนั้นลักษณะทาง anamorph ของเชื้อราเป็น ลักษณะผสมระหว่าง genus *Oidiopsis* กับ *Ovulariopsis* คือมีการสร้าง conidia สองแบบคล้าย *Oidiopsis* แต่แตกแขนงของก้าน conidiophore ออกมาจากเส้นใยที่อยู่ภายนอกพืชอาศัย (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา genus *Streptopodium*; ก : conidia ข : conidiophore

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Braun *et al.* (2002)

3. การศึกษาเชื้อราแป้งที่เข้าทำลายพืชชนิดต่างๆ

Jones *et al.* (2001) ศึกษาเชื้อราแป้ง *Oidium neolycopersici* ที่เข้าทำลายมะเขือเทศ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope: SEM) ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของราแป้งชนิดนี้ พบว่า conidia ปลาย germ tube เป็นตุ่มคล้ายตะขอสําหรับแทงเส้นใยเข้าไปทำลายพืช

Babu *et al.* (2002) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเชื้อราแป้ง *Phyllactinia corylea* โดยเปรียบเทียบระหว่างต้นหม่อน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์อ่อนแอ คือ Kanva 2 (K2) และ Victory 1 (V1) กับพันธุ์ต้านทาน *Morus laevigata* และ *M. serrate* ซึ่งใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบ SEM ตรวจสอบลักษณะผิวใบพบว่าพันธุ์อ่อนแอต่อเชื้อราแป้งจะมีใบเรียบ ไม่เป็นคลื่น หรือเป็นเพียงเล็กน้อย ปากใบอยู่สูงหรืออยู่ในระดับเดียวกับ epidermal cell ทำให้เชื้อราแป้งแทงเส้นใยเข้าไปในปากใบได้ง่ายกว่าหม่อนที่เป็นพันธุ์ต้านทาน

Takamatsu *et al.* (2002) ศึกษาการระบาดของราแป้ง genus *Oidium* subgenus *Pseudoidium* ที่เกิดกับถั่วเหลือง (*Glycine max*) โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่ลำดับเบส 14 sequences ของ rDNA (ITS) จากตัวอย่างถั่วเหลือง 13 พันธุ์ และพันธุ์ป่า (*G. soja*) ที่ได้จากญี่ปุ่น

เกาหลี เวียดนาม และอเมริกา เมื่อรวมกันได้แล้ว 47 sequences มีราแบ่ง 2 ชนิดที่มีความแตกต่างจาก ITS sequences 16 % ตรวจสอบลักษณะของ ascoma โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนแบบ SEM พบว่าเป็น *Erysiphe glycine* บนพืช Amphicarpaea อีกชนิดเป็น *Erysiphe diffusa* (*Microsphaera diffusa*) ซึ่งจะไม่พบระยะ perfect stage

Miller and Gubler (2003) ศึกษาการงอก conidia ของเชื้อราแบ่ง *Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae* ที่ปลูกเชื้อลงบนใบสตรอเบอรี่ ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 4–36 องศาเซลเซียส ความชื้น 32–100 % พบว่า conidia มีการงอก germ tube ภายใน 6 ชั่วโมง และใช้เวลานานที่สุด 48 ชั่วโมง ในอุณหภูมิที่เหมาะสม 20 องศาเซลเซียส วัดขนาดผลจากการวิเคราะห์ภาพถ่ายจากคอมพิวเตอร์ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เกิดผลขนาดใหญ่มากที่สุด ดังนั้นการเกิดผลที่ใบเกิดขึ้นได้ในช่วงอุณหภูมิ 22–27 องศาเซลเซียส และช่วยพยากรณ์การเกิดโรคราแบ่งได้จากอุณหภูมิและความชื้นก่อนมีการระบาดได้

Nischwitz and Newcombe (2003) รายงานการพบราแบ่ง *Microsphaera palczewskii* ในพืช Sibreian pea tree (*Caragana arborescens*) ในอเมริกาเหนือเป็นครั้งแรก โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนแบบ SEM ตรวจสอบลักษณะสัณฐานในระยะของการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยเปรียบเทียบกับราแบ่ง *Microsphaera* ของพืชชนิดเดียวกันที่พบในสวีเดน ยุโรป และเอเชีย พบว่ามีความแตกต่างจากแหล่งอื่นตรงส่วนของ appendage

Oichi *et al.* (2004) รายงานเป็นครั้งแรกถึงกระบวนการเจริญของ conidiophore เชื้อราแบ่ง *Oidium neolycopersici* KTP-01 บนใบมะเขือเทศ โดยใช้เครื่องมือ high-fidelity digital microscope พบว่า conidiophore จะเจริญขึ้นมาภายใน 3 วัน หลังจากปลูกเชื้อลงในพืชอาศัย และใช้เวลา 12 ชั่วโมง เจริญยาวขึ้นมากที่สุด ต่อมาส่วนปลายจะเกิดขึ้นมา 2 เซลล์ คือ primary และ secondary conidia ส่วนที่อยู่บนสุดเป็น conidia ที่แก่ ก้าน conidiophore แบ่งตัวเป็น generative และ foot cell ซึ่งข้อมูลนี้เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาเชื้อราที่เป็น epiphytic plant pathogen

Walcan (2004) พบเชื้อรา *Podosphaera balsaminae* เป็นครั้งแรกในประเทศอาร์เจนตินา และอเมริกา เป็นสาเหตุของโรคราแบ่งในพืช *Impatiens balsamina* และ *Impatiens x hawker* ศึกษา ลักษณะสัณฐานวิทยาของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เชื้อราแบ่งมีการสร้าง appressorium แบบ indistinct ส่วน conidia สร้างแบบ chain type มีผนังเรียบ รูปร่างกลม มี fibrosin bodies ภายใน conidia เมื่อใช้ข้อมูลทางสัณฐานวิทยาร่วมกับการวิเคราะห์ทางอนุวิธานพบว่า เชื้อราแบ่งที่พบในพืชทั้ง 2 ชนิด คือเชื้อรา *P. balsaminae*

Takamatsu *et al.* (2005) ศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่ลำดับเบส 18S, 5.8S และ 28S rDNA sequence ของเชื้อรา *Uncinula septata* ซึ่งจัดอยู่ใน Order Erysiphales ร่วมกับการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบ SEM ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาพบว่า แม้ว่าลำดับเบสส่วนใหญ่จัดอยู่ใน Order Erysiphales cluster แต่มีความแตกต่างกันมากกับ *Pseudodinium* clade (*Erysiphe* emend.

รวมทั้ง *Microsphaera* และ *Uncinula*) อีกทั้งลักษณะสัณฐานวิทยาของราแบ่ง *Uncinula septata* มีความแตกต่างจาก *Erysiphe* sect. *Uncinula* (*Uncinula*) คือมี terminal, pluriseptate ascoma appendage, curved ascospore และไม่ปรากฏระยะ anamorphs จึงเสนอให้แยกเป็น genus ใหม่ คือ *Parauncinula*

สำหรับในประเทศไทย วนิตดา (2548) ศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อราแบ่ง Tribe Phyllactinieae ในพืช 15 ชนิด พบว่ามี 13 ชนิด ที่พบว่าเป็นรายงานครั้งแรกในประเทศไทย และในจำนวน 13 ชนิด มี 2 ชนิดที่พบครั้งแรกในโลก คือ อินทนิลบก (*Lagerstroemia macrocarpa* L. var. *macrocarpa*) และอินทนิลน้ำ (*L. speciosa* L. Pers. var. *speciosa*) โดยศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาร่วมกับวิเคราะห์ลำดับเบสของ rDNA ตำแหน่ง ITS และ 28S เพื่อยืนยันผลการจัดกลุ่มเชื้อราแบ่งใน Tribe Phyllactinieae

บทที่ 2

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทำวิจัย

1. วัสดุและอุปกรณ์

1.1 อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่าง

1. ถุงพลาสติก
2. ยางรัดของ
3. มีดหรือกรรไกร

1.2 อุปกรณ์ในการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา

1. กล้องจุลทรรศน์ (Light Microscope)
2. กล้องสเตอริโอ (Stereo Microscope)
3. กระจกสไลด์ (Slide)
4. กระจกปิดสไลด์ (Cover slip)
5. เทปกาวใส

1.3 อุปกรณ์ในการศึกษาการงอกของ conidia

1. หอมหัวใหญ่
2. ปากคีบ (Forceps)
3. มีด
4. 80% ethanol
5. ปีกเกอร์ (Beaker)
6. สไลด์ (Slide)
7. จานเลี้ยงเชื้อ (Petri dish)
8. กล้องจุลทรรศน์ (Light Microscope)
9. กระจกปิดสไลด์ (Cover slip)
10. ขวดดูแรน (Duran Bottle)

1.4 อุปกรณ์ในการทำตัวอย่างแห้ง (herbarium)

1. หนังสือพิมพ์
2. สารดูดความชื้น (Silica gel)
3. ลูกเหม็น (Naphthalene)
4. ซองกระดาษ
5. กล้องพลาสติก

2. วิธีการทดลอง

2.1 การสำรวจและเก็บตัวอย่างเชื้อราแป้งที่พบบนพืชอาศัยชนิดต่างๆ ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ ระหว่างปี พ.ศ. 2557–2560

ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างพืชอาศัยที่ถูกเชื้อราแป้งเข้าทำลาย โดยทำการสำรวจในพื้นที่เพาะปลูกครอบคลุมในทุกๆ ตำบลของจังหวัดเพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นการทำการเกษตรในที่ดินของเอกชน รวมถึงพื้นที่ในสภาพป่าธรรมชาติ อีกทั้งในการสำรวจเชื้อราแป้งในพื้นที่เหล่านี้พบการเข้าทำลายในพืชเศรษฐกิจน้อย จึงได้มีการศึกษาและสำรวจในวัชพืช ซึ่งเป็นพืชทั่วไปที่เจริญอยู่ร่วมกับพืชเศรษฐกิจ อีกทั้งยังไม่เคยมีข้อมูลในการสำรวจเชื้อราแป้งในพื้นที่เหล่านี้มาก่อน จึงทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างพืชอาศัยของเชื้อราแป้งในบริเวณแหล่งปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ

โดยเก็บตัวอย่างพืชที่แสดงอาการ ซึ่งอาจพบเชื้อราแป้งเข้าทำลายทั้งที่บนใบ ใต้ใบ หรืออยู่ทั้งสองด้าน จากนั้นนำตัวอย่างพืชใส่ถุงพลาสติก ปิดปากถุงให้แน่น บันทึกรายละเอียดของตัวอย่าง เช่น ชื่อพืช สถานที่เก็บ และวัน เดือน ปีที่เก็บตัวอย่าง นำมาตรวจดูลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราแป้งทันที หรือเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสในกรณีที่ไม่สามารถตรวจดูได้ทันที ไม่ควรเก็บไว้นานในการตรวจสอบ เนื่องจากจะทำให้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราแป้งเปลี่ยนแปลงไป

2.2 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราแป้งภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ในการศึกษาด้วยแอลกอฮอล์ 70% นำตัวอย่างพืชที่เก็บได้มาคัดเลือกลักษณะโคโลนีของเชื้อราแป้งที่ใหม่ ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้ออื่น โดยสังเกตจากลักษณะโคโลนีที่มีสีขาว นำเทปขาวใสกดลงเบาๆบนโคโลนีของเชื้อราแป้ง นำไปวางบนสไลด์ที่มีหยดน้ำกลั่น ไล่ฟองอากาศ และซับน้ำที่ติดกับสไลด์ออก จากนั้นนำไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 400 เท่า สังเกตลักษณะทางสัณฐานวิทยาในระยะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ได้แก่ conidia, conidiophore, foot cell, mother cell และ branching point พร้อมทั้งวัดขนาดความกว้างและความยาว โดยวัดจำนวน 30 เซลล์ต่อหนึ่งตัวอย่างต่อหนึ่งลักษณะทางสัณฐานวิทยา และคำนวณหาค่าเฉลี่ย

หากพบเชื้อราแป้งในระยะการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาโดยใช้ปลายเข็มเขี่ย cleistothecium วางลงบนหยดน้ำกลั่นที่หยดลงบนสไลด์ จากนั้นปิดทับด้วยกระจกปิดสไลด์ นำมาตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ ascomata, asci, ascospores, appendages และจำนวนของ asci และ ascospores พร้อมทั้งวัดขนาดความกว้างและความยาว โดยวัดจำนวน 30 เซลล์ต่อหนึ่งตัวอย่างต่อหนึ่งลักษณะทางสัณฐานวิทยา และคำนวณหาค่าเฉลี่ย ซึ่งลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราแป้งที่ศึกษา เป็นลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจัดจำแนกเชื้อราแป้งตามหลักของ Braun, 1987 และ Braun and Cook, 2012

2.3 การศึกษาการงอกของ conidia บนเยื่อหุ้ม

นำห่อมหัวใหญ่มาผ่าครึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ลอกกลีบหัวหอมออก กรีดผิวหนังในให้เป็นสี่เหลี่ยมจตุรัส ขนาด 1x1 เซนติเมตร ลอกเซลล์ผิวโดยใช้ปากคีบ นำไปแช่ใน 80% ethanol ในขวดแก้วปิดฝาสนิท

ไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์ เมื่อครบ 2 สัปดาห์ นำแผ่นเซลล์เยื่อหอมล้างผ่านน้ำไหล เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ใช้คีมคีบเซลล์เยื่อหอมมาวางบนสไลด์ โดยให้ด้านที่เป็นแวกซ้อยู่ด้านบน ทำการซับน้ำออก ทำการปลูกเชื้อจาก conidia ของเชื้อราแป้ง โดยนำโคโลนีของเชื้อราแป้งมากดทับให้ conidia หลุดติดบนเซลล์เยื่อหอม จากนั้นนำไปวางลอยบนผิวน้ำในจานเลี้ยงเชื้อ ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24–48 ชั่วโมง โดยไม่ต้องปิดฝา ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ หลังการบ่มเชื้อศึกษารูปแบบการงอกของเชื้อราแป้ง โดยย้ายเซลล์เยื่อหอมวางลงบนกระจกสไลด์ ซับน้ำส่วนเกินออก หยดน้ำกลั่นลงบนเยื่อหอม 1 หยด ปิดทับด้วยกระจกปิดสไลด์ แล้วตรวจสอบรูปแบบการงอกของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 400 เท่า พร้อมบันทึกผล (ดัดแปลงจาก Hirata, 1942)

2.4 การเก็บตัวอย่างแห้ง (herbarium)

นำตัวอย่างพืชที่พบการเข้าทำลายของเชื้อราแป้ง วางบนกระดาษหนังสือพิมพ์ 1 คู่ จัดชั้นส่วนพืชให้ไม่มีการซ้อนทับกันของส่วนต่างๆ และวางกระดาษหนังสือพิมพ์อีก 1 คู่ซ้อนทับ เพื่อช่วยในการดูดความชื้น จากนั้นนำตัวอย่างพืชวางเรียงซ้อนกันประมาณ 5–10 ตัวอย่าง ใส่ในถุงพลาสติกขนาดใหญ่ ภายในมี silica gel สำหรับดูดความชื้นจากเนื้อเยื่อพืช นำตัวอย่างเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง หรือ -4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5–7 วัน สังเกต silica gel หากมีการเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นชมพู ให้ทำการเปลี่ยน silica gel ใหม่ หากสีของ silica gel ไม่เปลี่ยนแปลงแสดงว่าตัวอย่างพืชแห้งสนิท จากนั้นนำตัวอย่างพืชใส่ซองกระดาษ และบันทึกรายละเอียดของตัวอย่าง นำเก็บใส่กล่องพลาสติกภายในบรรจุ naphthalene เพื่อป้องกันแมลงไม่ให้เข้าทำลายตัวอย่าง และปิดฝากล่องให้สนิท (ชัยวัฒน์, 2557)

3. สถานที่ทำการวิจัย ทดลอง หรือเก็บข้อมูล

ห้องปฏิบัติการคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี

4. ระยะเวลาการทำวิจัย

เริ่มดำเนินงานวิจัยตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560

5. ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาความหลากหลายของเชื้อราแป้งบนพืชอาศัยต่างๆ โดยเน้นพืชเศรษฐกิจ และวัชพืช ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรีและจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพื่อนำข้อมูลต่างๆ ที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ และใช้เป็นแนวทางในการป้องกันโรคราแป้งในพื้นที่ที่ทำการศึกษาหรือในประเทศไทย

บทที่ 3

ผลการทดลอง

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างพืชอาศัยที่ถูกเชื้อราแป้งเข้าทำลาย ในพื้นที่บริเวณจังหวัดเพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ ในปี พ.ศ. 2557–2560 ช่วงเดือนกันยายนถึงมีนาคมของทุกปี พบพืชที่ถูกเชื้อราแป้งเข้าทำลายทั้งหมดจำนวน 129 ตัวอย่าง พบว่าพืชเหล่านี้สามารถจัดจำแนกได้ทั้งหมด 26 ชนิด ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2 โดยจะพบอาการที่ปรากฏบนพืชคือ มีการเจริญของโคโลนีเชื้อราแป้งสีขาวคล้ายผงแป้ง ซึ่งเป็นส่วนของเส้นใยและสปอร์ของเชื้อรา โดยพบโคโลนีของเชื้อราแป้งได้ทั้งบริเวณหน้าใบหรือหลังใบขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อราแป้ง บริเวณที่ถูกเชื้อราแป้งเข้าทำลายใบจะมีสีเหลือง ต้นพืชอาศัยที่มีอาการรุนแรงใบจะหลุดร่วง ส่วนยอดอ่อนของพืชที่ถูกราแป้งทำลาย จะมีอาการบิดงอ และแคระแกร็น

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราแป้งบนพืชอาศัย 26 ชนิด ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ สามารถจัดจำแนกเชื้อราแป้งได้เป็น 3 genera ได้แก่ *Oidium*, *Oidiopsis* และ *Ovulariopsis* ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1.1 เชื้อราแป้งใน genus *Oidium*

จากการสำรวจพืชอาศัย ได้แก่ กะเพรา กรดน้ำ นมราชสีห์ ก่องข้าว โคนกระออม งวงช้าง ตำลึง ผักชี ผักบุ้งป่า ผักเสี้ยนขน มะขาม มะละกอ มะม่วง แคน ถั่วฝักยาว ยี่หระ บานชื่น หญ้าดอกขาว ลูกใต้ใบ โสน ขน สาบเสือ และองุ่น พบเส้นใยเชื้อราแป้งเจริญอยู่ภายนอกพืชอาศัย (ectophytic mycelium) จากการตรวจสอบลักษณะสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่ามี conidia ที่เจริญบนก้าน conidiophore ได้ทั้งแบบเดี่ยว หรือแบบต่อกันเป็นสายโซ่ ลักษณะการงอกของ conidia มีรูปร่างหลายแบบ ได้แก่ fuliginea type พบในกรดน้ำ งวงช้าง บานชื่น และสาบเสือ, cichoracearum type พบในก่องข้าว และ แคน, pannosa type พบในโคนกระออม ตำลึง และผักบุ้งป่า, polygoni type พบในผักชี มะขาม มะม่วง และโสนขน และ microidium พบในลูกใต้ใบ ซึ่งเป็นลักษณะของราแป้งใน genus *Oidium*

1.2 เชื้อราแป้ง genus *Oidiopsis*

จากการสำรวจพืชอาศัยของราแป้งชนิดนี้พบการเข้าทำลายในพืชชนิดเดียว คือ พริกชี้หนู โดยพบเชื้อราแป้งที่มีลักษณะเป็นเส้นใยสีขาวบางๆ บริเวณด้านใต้ใบ และเมื่อตรวจสอบใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่า conidiophore มีลักษณะเหยียดตรง และลักษณะหยักเป็นคลื่น ก้านชูสปอร์มีรูปร่างแตกต่างกัน 2 แบบ โดยที่ conidia อัน แรกสร้างขึ้นบนก้าน conidiophore จะแตกแขนงออกมาจากเส้นใยที่อยู่ภายในของพืชอาศัย มีความ ยาวและผอมบาง มีผนังกัน และมีรูปร่างแตกต่างกันอย่างชัดเจนกับ conidia ที่สร้างขึ้นต่อกันมาภายหลัง โดยพบว่าลักษณะของ primary conidia รูปร่างเป็นแบบ lanceolate ซึ่งมีปลายยอดแหลม ส่วน secondary conidia มีรูปร่างตั้งแต่แบบ ellipsoid จนถึงแบบ cylindric ที่ส่วนปลายกลม

หรือหอกตัดปลายไม่แหลม ลักษณะการงอกของ conidia มีรูปแบบ pannosa type ซึ่งจัดจำแนกได้เป็น genus *Oidiopsis*

1.3 เชื้อราแป้ง genus *Ovulariopsis*

จากการสำรวจพืชอาศัย ได้แก่ คุน หญ้ายาง และหม่อน พบเชื้อราแป้งที่มีลักษณะเส้นใยสีขาว เจริญเป็นโคโลนีลักษณะบางอยู่บริเวณใต้ใบพืช จากการตรวจสอบลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่า conidia มี ก้าน conidiophore เจริญขึ้นมาจากเส้นใยที่อยู่ภายนอกพืช มีลักษณะพอมบาง สร้าง conidia แบบเดี่ยวขนาดใหญ่ รูปร่างแบบ oblanceolate ถึงแบบ clavate ลักษณะของ foot-cell ค่อนข้างตรง ลักษณะการงอกของ conidia มีรูปแบบ pannosa type ซึ่งเป็นลักษณะของราแป้งใน genus *Ovulariopsis* นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อราแป้งที่เข้าทำลายคุน สามารถพบเชื้อราแป้งในระยะการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยจะพบ ascocarp รูปร่างค่อนข้างกลม สีดำ มี appendages ล้อมรอบ

ตารางที่ 2 ชนิดเชื้อราแป้งที่เข้าทำลายพืชอาศัยชนิดต่างๆ

จีนัส (Genus)	จำนวน ตัวอย่าง	พืชอาศัย		พื้นที่เก็บตัวอย่าง
		ชื่อสามัญไทย : อังกฤษ (ชื่อวิทยาศาสตร์)	วงศ์	
<i>Oidium</i>	99	1) กะเพรา : Holy basil (<i>Ocimum sanctum</i>)	Lamiaceae	เพชรบุรี ต.สามพระยา ต.ชะอำ อ.ชะอำ, ต.บ้านลาด ต.ไร่มะขาม อ.บ้านลาด, ต.แหลมผักเบี้ย อ. บ้านแหลม ประจวบคีรีขันธ์ ต.หัวหิน ต. หนองแก อ.หัวหิน, ต.สามร้อย ยอด อ.สามร้อยยอด, ต.ปราณ บุรี ต.ปากน้ำปราณ อ.ปราณบุรี
		2) กรตน้ำ : Sweet broom (<i>Scoparia dulcis</i>)	Scrophulariaceae	เพชรบุรี ต.สามพระยา ต.ชะอำ ต.สามพระยา ต.ห้วยทรายเหนือ อ.ชะอำ, ต.บ้านลาด อ.บ้านลาด
		3) น้ำนมราชสีห์ : Garden spurge (<i>Euphorbia hirta</i>)	Euphorbiaceae	เพชรบุรี ต.ห้วยทรายเหนือ ต. สามพระยา ต.ชะอำ อ.ชะอำ, ต. ไร่มะขาม อ.บ้านลาด, ต.แหลม ผักเบี้ย อ.บ้านแหลม ประจวบคีรีขันธ์ ต.หนองพลับ อ.หัวหิน, ต.สามร้อยยอด อ.สาม ร้อยยอด, ต.ปราณบุรี อ.ปราณ บุรี

ตารางที่ 2 (ต่อ)

จีนัส (Genus)	จำนวน ตัวอย่าง	พืชอาศัย		พื้นที่เก็บตัวอย่าง
		ชื่อสามัญไทย : อังกฤษ (ชื่อวิทยาศาสตร์)	วงศ์	
		4) ก่องข้าว : Indian lantern flower (<i>Abutilon persicum</i>)	Malvaceae	เพชรบุรี ต.สามพระยา ต.ชะอำ อ.ชะอำ, ต.บ้านลาด ต.ไร่มะขาม อ.บ้านลาด, ต.แหลมผักเบี้ย อ. บ้านแหลม ประจวบคีรีขันธ์ ต.หัวหิน ต. หนองแก อ.หัวหิน, ต.สามร้อย ยอด อ.สามร้อยยอด, ต.ปราณ บุรี ต.ปากน้ำปราณ อ.ปราณบุรี
		5) โศกกระออม : Heart seed (<i>Cardiospermum halicacabum</i>)	Sapindaceae	เพชรบุรี ต.สามพระยา อ.ชะอำ, ต.บ้านลาด อ.บ้านลาด
		6) งวงช้าง: Scorpion weed (<i>Heliotropium indicum</i>)	Boraginaceae	เพชรบุรี ต.สามพระยา ต.ชะอำ อ.ชะอำ, ต.บ้านลาด ต.ไร่มะขาม อ.บ้านลาด, ต.แหลมผักเบี้ย อ. บ้านแหลม ประจวบคีรีขันธ์ ต.หัวหิน ต. หนองแก อ.หัวหิน, ต.สามร้อย ยอด อ.สามร้อยยอด, ต.ปราณ บุรี ต.ปากน้ำปราณ อ.ปราณบุรี
		7) ตำลึง : Ivy gourd (<i>Coccinia grandis</i>)	Cucurbitaceae	เพชรบุรี ต.เขาย้อย อ.เขาย้อย, ต.หนองพลับ ต.หาดเจ้าสำราญ ต.ดอนยาง อ.เมืองเพชรบุรี, ต. ห้วยทรายเหนือ ต.ไร่ใหม่พัฒนา ต.สามพระยา ต.ชะอำ อ.ชะอำ, ต.บ้านลาด ต.ไร่มะขาม อ.บ้าน ลาด, ต.แหลมผักเบี้ย อ.บ้าน แหลม ประจวบคีรีขันธ์ ต.หัวหิน ต. หนองพลับ ต.หินเหล็กไฟ ต. หนองแก อ.หัวหิน,

ตารางที่ 2 (ต่อ)

จีนัส (Genus)	จำนวน ตัวอย่าง	พืชอาศัย		พื้นที่เก็บตัวอย่าง
		ชื่อสามัญไทย : อังกฤษ (ชื่อวิทยาศาสตร์)	วงศ์	
				ต.สามร้อยยอด อ.สามร้อยยอด, ต.เขาน้อย ต.ปราณบุรี ต.ปากน้ำ ปราณ อ.ปราณบุรี
		8) ผักชี : Coriander (<i>Coriandrum sativum</i>)	Apiaceae	ประจวบคีรีขันธ์ ต.หนองพลับ อ.หัวหิน
		9) ผักบุ้งป่า : Obscure morning glory (<i>Ipomoea obscura</i>)	Convolvulaceae	เพชรบุรี ต.สามพระยา ต.ชะอำ อ.ชะอำ
		10) ผักเสี้ยนขน : Spider weed (<i>Cleome rutidosperma</i>)	Capparaceae	เพชรบุรี ต.สามพระยา ต.ชะอำ อ.ชะอำ ประจวบคีรีขันธ์ ต.หนองพลับ อ.หัวหิน
		11) มะขาม : Tamarind (<i>Tamarindus indica</i>)	Fabaceae	เพชรบุรี ต.เขาย้อย อ.เขาย้อย, ต.หนองพลับ ต.หาดเจ้าสำราญ ต.ดอนยาง อ.เมืองเพชรบุรี, ต. ห้วยทรายเหนือ ต.ไร่ใหม่พัฒนา ต.สามพระยา ต.ชะอำ อ.ชะอำ, ต.บ้านลาด ต.ไร่มะขาม อ.บ้าน ลาด, ต.แหลมผักเบี้ย อ.บ้าน แหลม ประจวบคีรีขันธ์ ต.หัวหิน ต. หนองพลับ ต.หินเหล็กไฟ ต. หนองแก อ.หัวหิน, ต.สามร้อย ยอด อ.สามร้อยยอด, ต.เขาน้อย ต.ปราณบุรี ต.ปากน้ำปราณ อ. ปราณบุรี
		12) มะละกอ : Papaya (<i>Carica papaya</i>)	Caricaceae	ประจวบคีรีขันธ์ ต.หนองพลับ อ.หัวหิน
		13) มะม่วง : Mango (<i>Mangifera indica</i>)	Anacardiaceae	ประจวบคีรีขันธ์ ต.หนองพลับ อ.หัวหิน

ตารางที่ 2 (ต่อ)

จีนัส (Genus)	จำนวน ตัวอย่าง	พืชอาศัย		พื้นที่เก็บตัวอย่าง
		ชื่อสามัญไทย : อังกฤษ (ชื่อวิทยาศาสตร์)	วงศ์	
		14) แค : Agasta (<i>Sesbania grandiflora</i>)	Fabaceae	เพชรบุรี ต.สามพระยา ต.ชะอำ อ.ชะอำ, ต.บ้านลาด ต.ไร่มะขาม อ.บ้านลาด, ต.แหลมผักเบี้ย อ. บ้านแหลม ประจวบคีรีขันธ์ ต.หัวหิน ต. หนองแก อ.หัวหิน, ต.สามร้อย ยอด อ.สามร้อยยอด, ต.ปราณ บุรี ต.ปากน้ำปราณ อ.ปราณบุรี
		15) ถั่วผี : Phasey bean (<i>Macroptilium lathyroides</i>)	Papilionoideae	เพชรบุรี ต.เขาย้อย อ.เขาย้อย, ต.ห้วยทรายเหนือ ต.ไร่ใหม่ พัฒนา ต.สามพระยา ต.ชะอำ อ. ชะอำ, ต.ไร่มะขาม อ.บ้านลาด, ต.แหลมผักเบี้ย อ.บ้านแหลม ประจวบคีรีขันธ์ ต.หนองพลับ ต.หนองแก อ.หัวหิน, ต.สามร้อย ยอด อ.สามร้อยยอด, ต.ปราณ บุรี อ.ปราณบุรี
		16) ยี่หระ : Tree basil (<i>Ocimum gratissimum</i>)	Lamiaceae	ประจวบคีรีขันธ์ ต.หนองพลับ อ.หัวหิน
		17) บานชื่น : Zinnia (<i>Zinnia violacea</i>)	Asteraceae	เพชรบุรี ต.สามพระยา ต.ชะอำ อ.ชะอำ, ต.ไร่มะขาม อ.บ้านลาด , ต.แหลมผักเบี้ย อ.บ้านแหลม ประจวบคีรีขันธ์ ต.หัวหิน ต. หนองพลับ อ.หัวหิน, ต.สามร้อย ยอด อ.สามร้อยยอด, ต.ปราณ บุรี อ.ปราณบุรี
		18) หญ้าดอกขาว : Little ironweed (<i>Vernonia cinerea</i>)	Asteraceae	เพชรบุรี ต.สามพระยา ต.ชะอำ อ.ชะอำ, ต.บ้านลาด อ.บ้านลาด ประจวบคีรีขันธ์ ต.หนองพลับ อ.หัวหิน

ตารางที่ 2 (ต่อ)

จีนัส (Genus)	จำนวน ตัวอย่าง	พืชอาศัย		พื้นที่เก็บตัวอย่าง
		ชื่อสามัญไทย : อังกฤษ (ชื่อวิทยาศาสตร์)	วงศ์	
		19) โสนขน : Jointvetch (<i>Aeschynomene americana</i>)	Leguminosae- papilioideae	เพชรบุรี ต.สามพระยา ต.ชะอำ อ.ชะอำ, ต.บ้านลาด อ.บ้านลาด ประจวบคีรีขันธ์ ต.หนองพลับ อ.หัวหิน
		20) สาบเสือ : Siam weed (<i>Eupatorium odoratum</i>)	Asteraceae	เพชรบุรี ต.ห้วยทรายเหนือ ต.ไร่ ใหม่พัฒนา ต.สามพระยา ต. ชะอำ อ.ชะอำ, ต.บ้านลาด อ. บ้านลาด ประจวบคีรีขันธ์ ต.หัวหิน ต. หนองพลับ ต.หนองแก อ.หัวหิน , ต.สามร้อยยอด อ.สามร้อยยอด , ต.เขาน้อย ต.ปราณบุรี อ. ปราณบุรี
		21) ลูกใต้ใบ : Seed- under-leaf (<i>Phyllanthus amarus</i>)	Euphorbiaceae	เพชรบุรี อ.บ้านลาด, ต.สามพระ ยา ต.ชะอำ อ.ชะอำ ประจวบคีรีขันธ์ ต.หนองพลับ อ.หัวหิน, ต.สามร้อยยอด อ.สาม ร้อยยอด
		22) องุ่น : Grape (<i>Vitis vinifera</i>)	Vitaceae	เพชรบุรี ต.บ้านลาด อ.บ้านลาด ประจวบคีรีขันธ์ ต.หัวหิน ต. หนองพลับ อ.หัวหิน
<i>Ovulariopsis</i>	21	23) คุณ : Golden shower (<i>Cassia fistula</i>)	Leguminosae	เพชรบุรี ต.สามพระยา อ.ชะอำ, ต.บ้านลาด อ.บ้านลาด
		24) หล้ายาง : Wild poinsettia (<i>Euphorbia heterophylla</i>)	Euphorbiaceae	เพชรบุรี ต.ห้วยทรายเหนือ ต.ไร่ ใหม่พัฒนา ต.สามพระยา ต. ชะอำ อ.ชะอำ, ต.บ้านลาด อ. บ้านลาด ประจวบคีรีขันธ์ ต.หัวหิน ต. หนองพลับ ต.หนองแก อ.หัวหิน , ต.สามร้อยยอด อ.สามร้อยยอด , ต.เขาน้อย ต.ปราณบุรี อ. ปราณบุรี

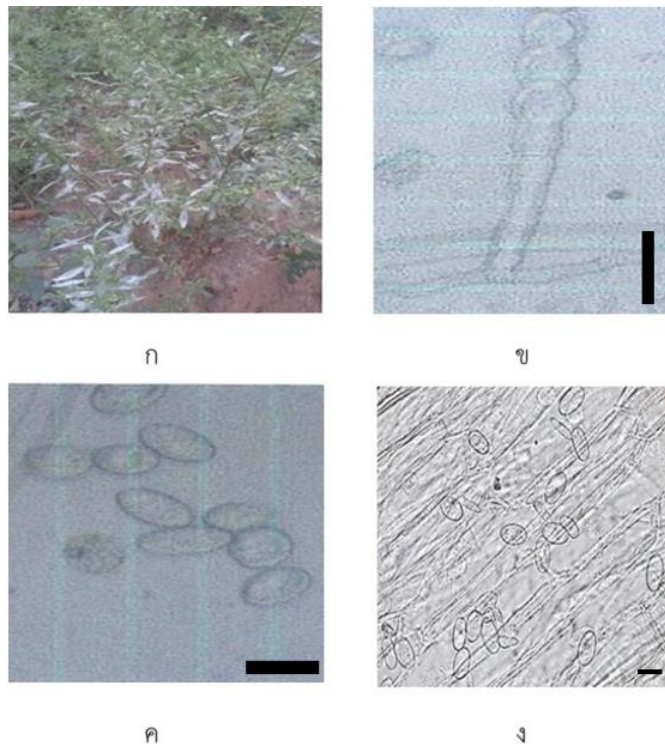
ตารางที่ 2 (ต่อ)

จีนัส (Genus)	จำนวน ตัวอย่าง	พืชอาศัย		พื้นที่เก็บตัวอย่าง
		ชื่อสามัญไทย : อังกฤษ (ชื่อวิทยาศาสตร์)	วงศ์	
		25) หม่อน : Mulberry (<i>Morus alba</i>)	Moraceae	เพชรบุรี ต.ห้วยทรายเหนือ ต.ไร่ ใหม่พัฒนา ต.สามพระยา ต. ชะอำ อ.ชะอำ, ต.บ้านลาด อ. บ้านลาด ประจวบคีรีขันธ์ ต.หัวหิน ต. หนองพลับ ต.หนองแก อ.หัวหิน , ต.สามร้อยยอด อ.สามร้อยยอด , ต.เขาน้อย ต.ปราณบุรี อ. ปราณบุรี
<i>Oidiopsis</i>	9	26) พริกขี้หนู : Bird pepper (<i>Capsicum frutescens</i>)	Solanaceae	เพชรบุรี อ.บ้านลาด ประจวบคีรีขันธ์ ต.หนองพลับ อ.หัวหิน
รวม	129	26		

ลักษณะของราแป้งที่พบในพืชอาศัยชนิดต่างๆ

1. กรดน้ำ (*Scoparia dulcis* L.)

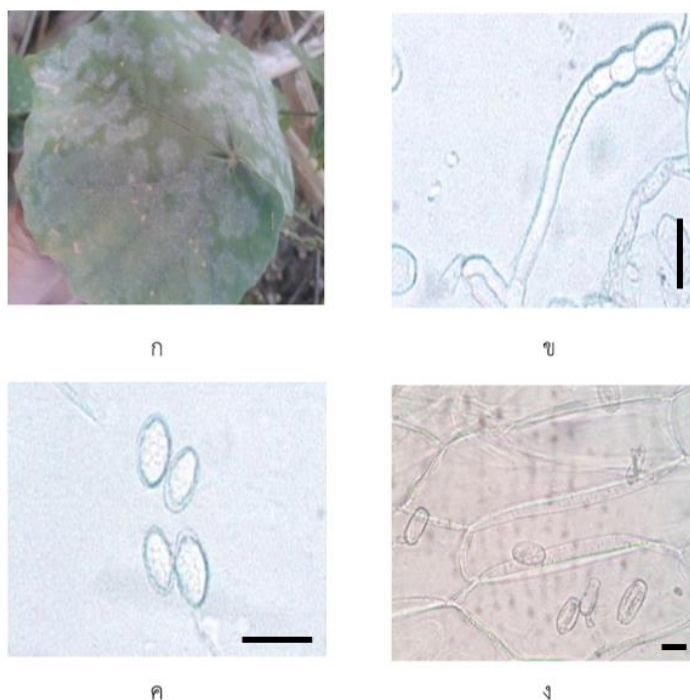
ลักษณะของเชื้อราแป้งที่เข้าทำลายกรดน้ำ คือ โคลนีสีขาวปกคลุมทั่วทั้งใบ conidia มีลักษณะเป็นสายโซ่ มีขนาด $13-(15.6-18.2) \times 26-(28.6-31.2) \mu\text{m}$ conidiophore มีขนาด $(7.8-10.4) \times 78-(91-117) \mu\text{m}$ foot-cell มีขนาด $2.6-(13-15.6) \times (26-31.2) \mu\text{m}$ mother cell มีขนาด $(5.2-20.8) \times 23.4-(109.2-117) \mu\text{m}$ เมื่อ conidia งอกจะสร้าง germ tube แบบ fuliginea type (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 เชื้อราแป้งใน genus *Oidium* ที่เข้าทำลายกรดน้ำ; ก: ลักษณะอาการ ข: ลักษณะ conidia บน ก้าน conidiophore ค: conidia ง: การงอกของ germ tube แบบ fuliginea type (Scale bar = $30 \mu\text{m}$)

2. ก่องข้าว (*Abutilon persicum*)

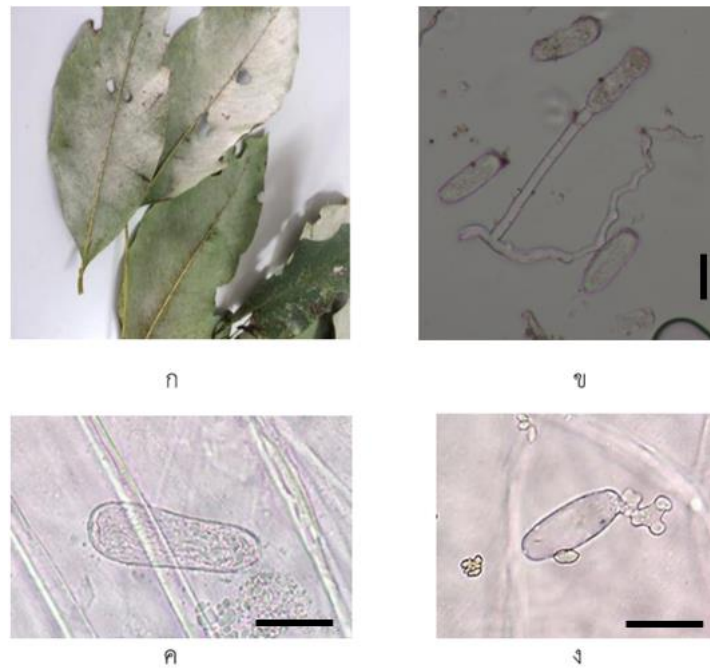
ลักษณะของเชื้อราแป้งที่เข้าทำลายก่องข้าว คือ มีโคลนีสีขาว กระจายอยู่ทั่วทั้งบนใบ และใต้ใบ conidia มีลักษณะเป็นสายโซ่ มีขนาด $(13-15.6) \times 31.2-(39-52) \mu\text{m}$ conidiophore มีขนาด $(7.8-10.4) \times 65-(67.6-132.6) \mu\text{m}$ foot-cell มีขนาด $7.8 \times (26-28.6) \mu\text{m}$ mother cell มีขนาด $(5.2-7.8) \times 52 \mu\text{m}$ branching point มีขนาด $(7.8-10.4) \times 31.2 \mu\text{m}$ เมื่อ conidia งอก จะสร้าง germ tube แบบ cichoracearum type (ภาพที่ 9)



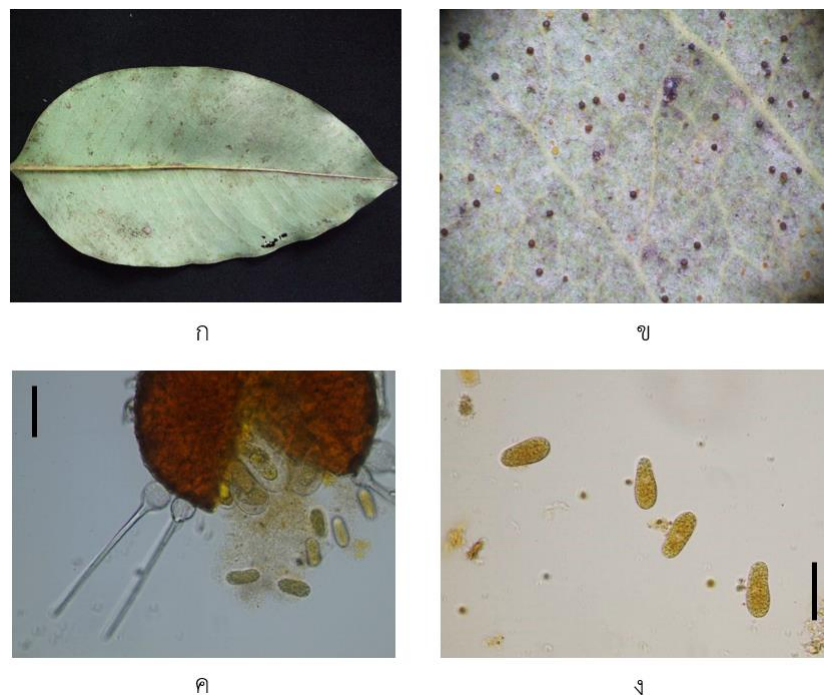
ภาพที่ 9 เชื้อราแป้งใน genus *Oidium* ที่เข้าทำลายกิ่งข้าว; ก: ลักษณะอาการ ข: ลักษณะ conidia บน ก้าน conidiophore ค: conidia ง: การงอกของ germ tube แบบ cichoracearum type (Scale bar = 30 μm)

3. คุณ (*Cassia fistula*)

ลักษณะของเชื้อราแป้งที่เข้าทำลายคุณ คือ มีโคโลนีสีขาวแผ่กระจายบางๆ ปกคลุมด้านหลังใบ conidia มีการสร้างแบบเดี่ยว มีรูปร่างแบบ cylindrical มีขนาด $7.8 \times (26-36.2) \mu\text{m}$ conidiophore มีขนาด $7.8 \times 78-(109.2-134.4) \mu\text{m}$ foot-cell มีขนาด $7.8 \times 53 \mu\text{m}$ mother cell มีขนาด $(5.2-10.4) \times 57.2-(67.6-78) \mu\text{m}$ branching point มีขนาด $15 \times (13-26) \mu\text{m}$ เมื่อ conidia งอกจะสร้าง germ tube แบบ polygoni type (ภาพที่ 10) เชื้อรานี้พบระยะการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยสร้าง cleistothecium สีน้ำตาลถึงดำ กระจายอยู่ที่ด้านใต้ใบ เมื่อสังเกตด้วยตาเปล่าจะเห็นเป็นจุดสีดำเล็กๆ กระจายอยู่ด้านหลังใบบนโคโลนีสีขาว cleistothecium มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง $(125.5)162-197.4(-200) \mu\text{m}$ สร้าง appendage แบบ acicular ที่ฐานมีลักษณะ โป่งพองปลายเรียว ล้อมรอบ cleistothecium ประมาณ 5-12 อัน ขนาด $(19.5-26-32(-34) \times (67-128-206(-295.5) \mu\text{m}$ ไม่พบ penicillate cells ที่ด้านบนของ cleistothecium ภายใพบ ascus จำนวนมาก ลักษณะกลมรี ไม่มีก้าน ถึงก้านสั้นๆ ขนาด $(25-27.4-32(-40) \times (43-48.5-63(-84) \mu\text{m}$ ภายใน 1 ถุง ascus มี 2 ascospores รูปร่างแบบ ellipsoid-ovoid ขนาด $(10-13-16(-20) \times (21-24-40(-46) \mu\text{m}$ (ภาพที่ 11)



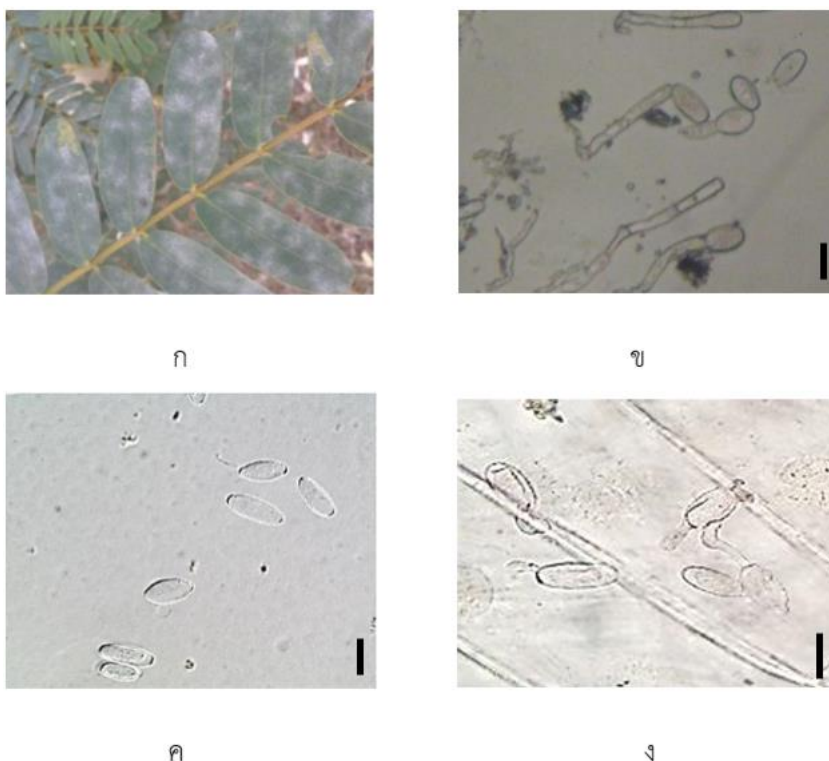
ภาพที่ 10 เชื้อราแป้งใน genus *Ovulariopsis* ที่เข้าทำลายควน; ก: ลักษณะอาการ ข: ลักษณะ conidia บนก้าน conidiophore ค: conidia ง: การงอกของ germ tube แบบ Polygoni type (Scale bar = 30 μ m)



ภาพที่ 11 เชื้อราแป้งใน genus *Phyllactinia* ที่เข้าทำลายควน; ก: ลักษณะอาการ ข: ลักษณะ cleistothecium สีน้ำตาลถึงดำที่กระจายตัวบนด้านหลังใบ ค: การแตกออกของ cleistothecium เพื่อปลดปล่อย asci ที่บรรจุ ascospores ง: ascospores (Scale bar = 30 μ m)

4. แค (*Sesbania grandiflora* L.)

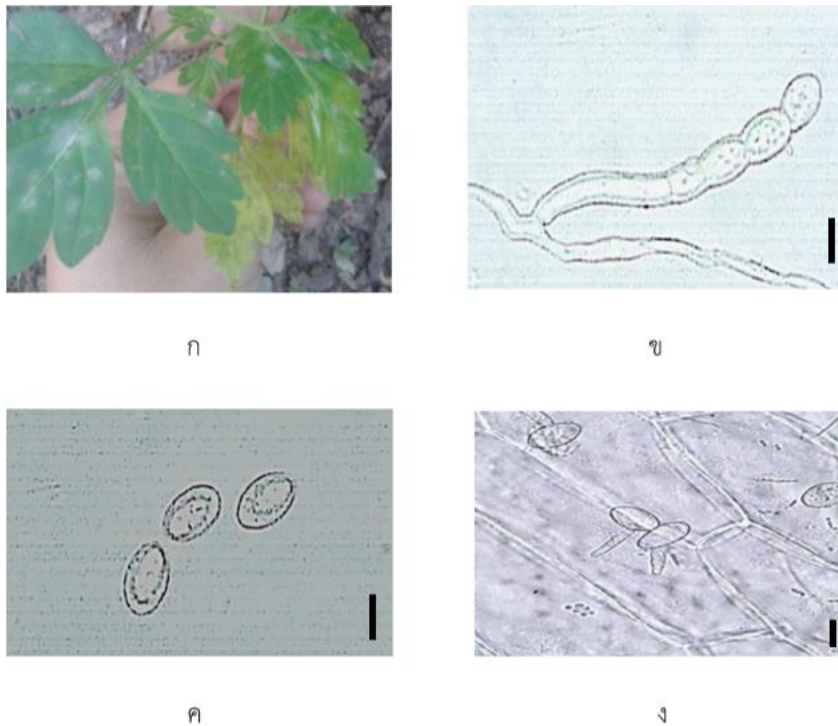
ลักษณะของเชื้อราแป้งที่เข้าทำลายแค เชื้อราสร้างเส้นใยและสปอร์ของเชื้อราแป้งปกคลุมหน้าใบและหลังใบ โคลโคนีมีสีขาว conidia มีขนาด $10.4\text{--}(13\text{--}15.6) \times 46.8\text{--}(62.4\text{--}67.7) \mu\text{m}$ conidiophore มีขนาด $(7.8\text{--}10.4) \times 54.6\text{--}(88.4\text{--}96.2)\text{--}101.4 \mu\text{m}$ foot-cell มีขนาด $(5.2\text{--}7.8) \text{--}10.4 \times (23.4\text{--}31.2) \text{--}15.6 \mu\text{m}$ mother cell มีขนาด $2.6\text{--}(5.2\text{--}7.8) \times 39\text{--}(57.2\text{--}70.2) \text{--}101.4 \mu\text{m}$ เมื่อ conidia งอกจะสร้าง germ tube แบบ cichoracearum type (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 เชื้อราแป้งใน genus *Oidium* ที่เข้าทำลายแค; ก: ลักษณะอาการ ข: ลักษณะ conidia บน ก้าน conidiophore ค: conidia ง: การงอกของ germ tube แบบ cichoracearum type (Scale bar = $30 \mu\text{m}$)

5. โศกกระออม (*Cardiospermum halicacabum* L.)

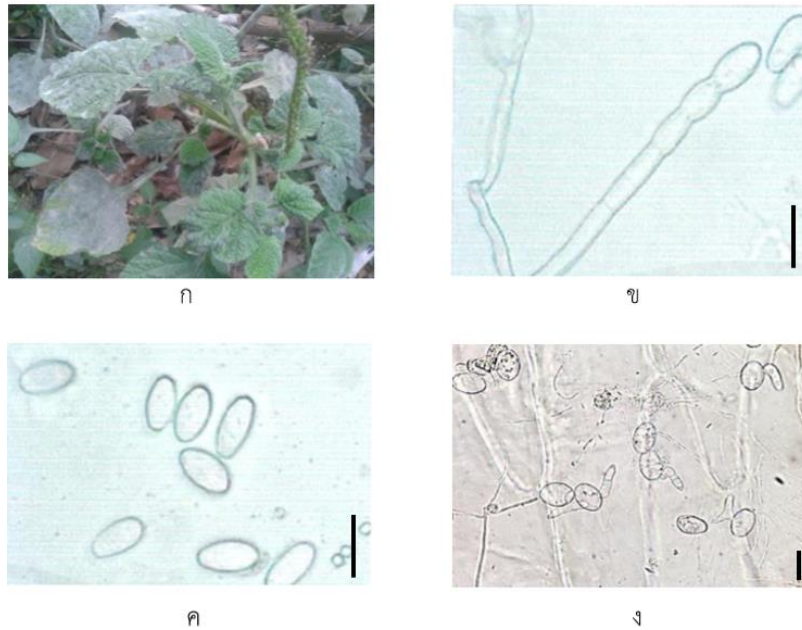
ลักษณะของเชื้อราแป้งที่เข้าทำลายโศกกระออม พบโคลโคนีสีขาวเป็นจุดเล็กๆ กระจายอยู่ทั้งทั่วใบ conidia มีลักษณะเป็นสายโซ่ มีขนาด $(13\text{--}15.6) \times 31.2\text{--}(41.6\text{--}52) \mu\text{m}$ conidiophore มีขนาด $(7.8\text{--}13) \times 78\text{--}(93.6\text{--}135.2) \mu\text{m}$ foot-cell มีขนาด $(7.8\text{--}13) \times (26\text{--}31.2) \mu\text{m}$ mother cell $(7.8\text{--}13) \times 57.2\text{--}(80.6\text{--}106.6) \mu\text{m}$ เมื่อ conidia งอกจะสร้าง germ tube แบบ pannosa type (ภาพที่ 13)



ภาพที่ 13 เชื้อราแปงใน genus *Oidium* ที่เข้าทำลายโคกกระออม; ก: ลักษณะอาการ ข: ลักษณะ conidia บนก้าน conidiophore ค: conidia ง: การงอกของ germ tube แบบ pannosa type (Scale bar = 30 μ m)

6. งวงช้าง (*Heliotropium indicum* L.)

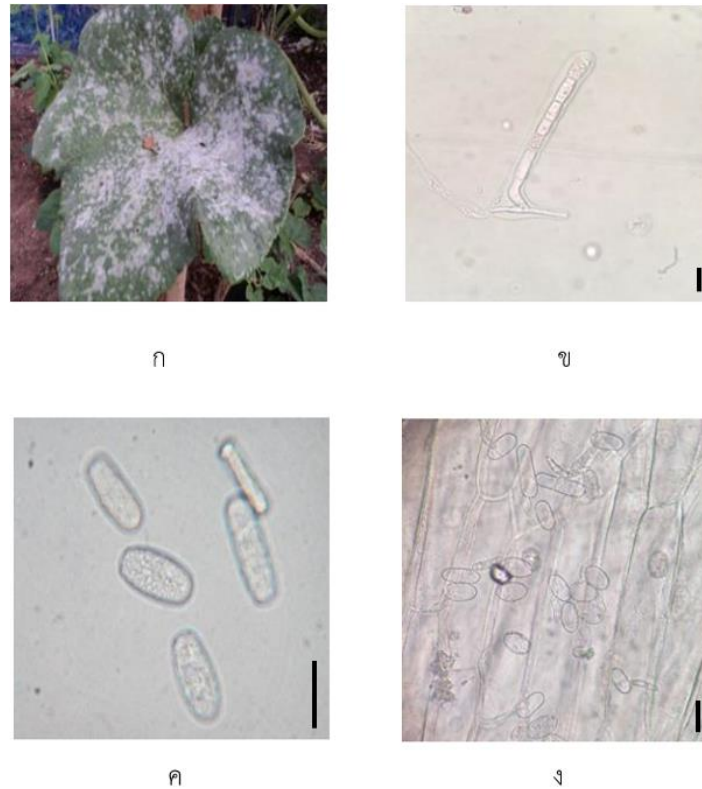
ลักษณะของเชื้อราแปงที่เข้าทำลายงวงช้าง พบโคโลนีของเชื้อราสีขาวคล้ายแป้ง ปกคลุมทั่วทั้งบนใบและใต้ใบ conidia มีลักษณะเป็นสายโซ่ มีขนาด 15.6–(18.2–20.8) x 36.4–(46.8– 49.4)–62.4 μ m conidiophore มีขนาด (10.4–13) x 119.6–(132.6–140.4) μ m foot- cell มีขนาด (10.4–13) x 19.5–(52–70.2) μ m mother cell มีขนาด 5.2 x (7.8–10.4) μ m branching point มีขนาด (7.8–10.4) x 13–(15.6–18.2) μ m เมื่อ conidia งอกจะสร้าง germ tube แบบ fuliginea type มี fibrosin bodies ข้างใน conidia ลักษณะเป็นผลึกอนุภาคสะท้อนแสง (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 เชื้อราแป้งใน genus *Oidium* ที่เข้าทำลายวงช้าง; ก: ลักษณะอาการ ข: ลักษณะ conidia บน ก้าน conidiophore ค: conidia ง: การงอกของ germ tube แบบ fuliginea type (Scale bar = 30 μ m)

7. ต่ำลิง (*Coccinia grandis* L.)

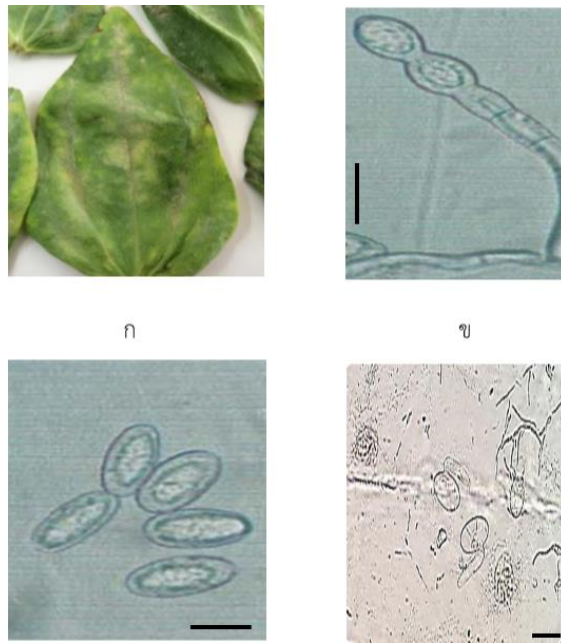
พบโคโลนีสีขาวของเชื้อราแป้งเจริญปกคลุมทั้งบนใบและหลังใบ โคลนีมีสีขาวปกคลุมหนาแน่นทั่วทั้งใบ conidiophore ตั้งตรงมีขนาด (7.8–10.4) \times 91–(109.2–117) μ m foot-cell มีขนาด 7.8 \times (26–31.2) μ m mother cell มีขนาด 7.8 \times (65–)78–83.2(–93.6) μ m conidia สร้างต่อกันแบบสายโซ่ มีขนาด (13–15.6) \times 28.6–(39–52) μ m เมื่อ conidia งอกจะสร้าง germ tube แบบ pannosa type (ภาพที่ 15)



ภาพที่ 15 เชื้อราแป้งใน genus *Oidium* ที่เข้าทำลายตำลึง; ก: ลักษณะอาการ ข: ลักษณะ conidia บนก้าน conidiophore ค: conidia ง: การงอกของ germ tube แบบ pannosa type (Scale bar = 30 μm)

8. บานชื่น (*Zinnia violacea*)

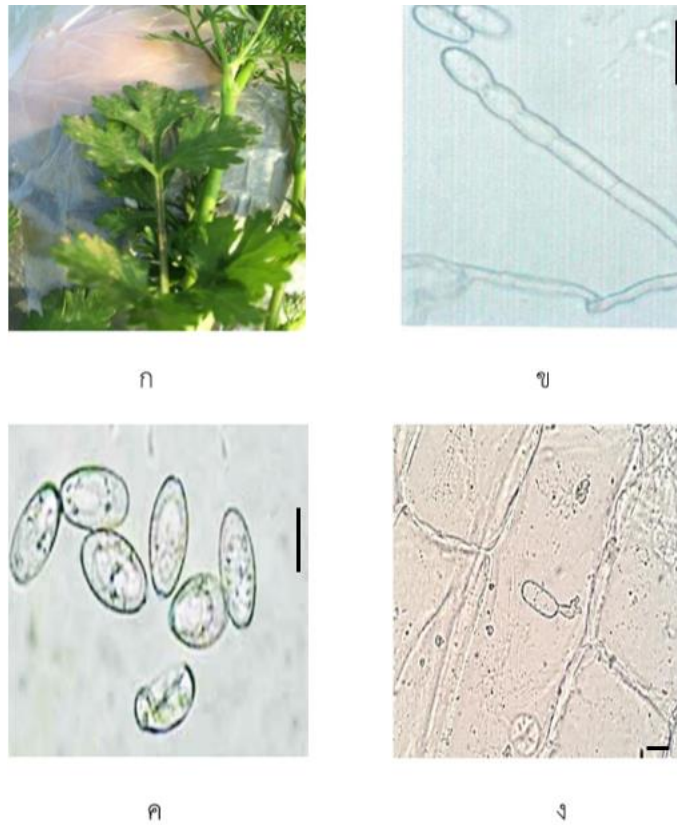
ลักษณะของเชื้อราแป้งที่เข้าทำลายบานชื่น พบโคโลนีเชื้อราสีขาวปกคลุมทั่วทั้งบริเวณใบด้านบน conidia มีลักษณะเป็นสายโซ่ มีขนาด $13 \times (35-52) \mu\text{m}$ conidiophore มีขนาด $7.8 \times (104-117) \mu\text{m}$ foot-cell มีขนาด $7.8 \times 31.2-(33.8-39) \mu\text{m}$ mother cell มีขนาด $(5.2-7.8) \times (39-52-65(-78)) \mu\text{m}$ branching point $7.8 \times (28.6-31.2-33.8(-65)) \mu\text{m}$ เมื่อ conidia งอกจะสร้าง germ tube แบบ fuliginea type (ภาพที่ 16)



ภาพที่ 16 เชื้อราแป้งใน genus *Oidium* ที่เข้าทำลายบานชื่น; ก: ลักษณะอาการ ข: ลักษณะ conidia บน ก้าน conidiophore ค: conidia ง: การงอกของ germ tube แบบ fuliginea type (Scale bar = 30 μ m)

9. ผักชี (*Coriandrum sativum* L.)

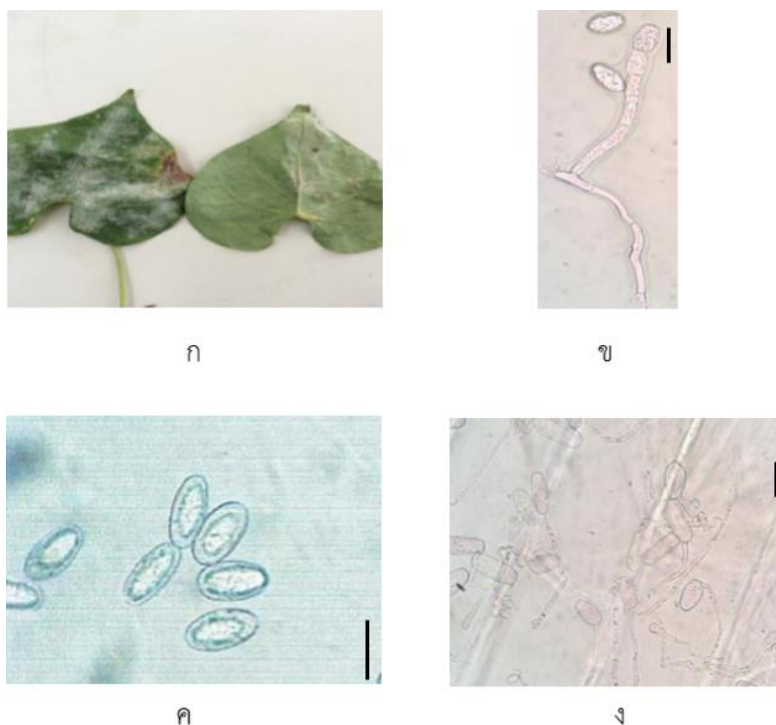
ลักษณะของเชื้อราแป้งที่เข้าทำลายผักชี คือ มีโคโลนีสีขาวเป็นจุดเล็กๆ กระจายอยู่ทั่วทั้งบนใบ และใต้ใบ conidia มีลักษณะเป็นสายโซ่ มีขนาด $13 \times (33.8-49.4-52 \mu\text{m})$ conidiophore มีขนาด $(7.8-10.4) \times (83.2-91-109.2 \mu\text{m})$ foot-cell มีขนาด $(7.8-10.4) \times (26-28.6-31.2 \mu\text{m})$ mother cell $(5.2-7.8) \times (78-93.6-104 \mu\text{m})$ เมื่อ conidia งอกจะสร้าง germ tube แบบ polygoni type (ภาพที่ 17)



ภาพที่ 17 เชื้อราแป้งใน genus *Oidium* ที่เข้าทำลายผักชี; ก: ลักษณะอาการ ข: ลักษณะ conidia บน ก้าน conidiophore ค: conidia ง: การงอกของ germ tube แบบ polygoni type (Scale bar = 30 μm)

10. ผักบุ้งป่า (*Ipomoea obscura* L.)

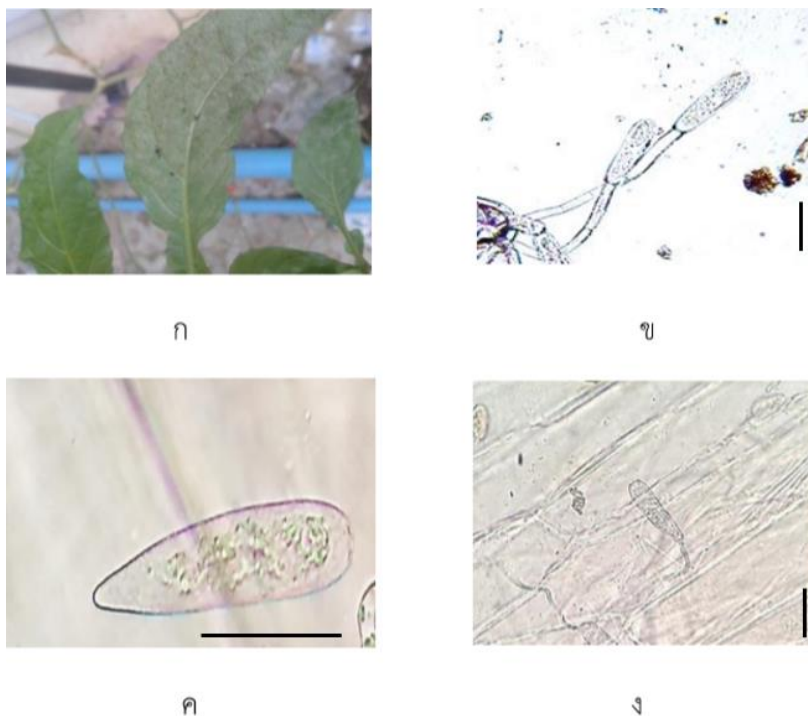
ลักษณะของเชื้อราแป้งที่เข้าทำลายผักบุ้งป่า คือ มีโคโลนีสีขาวปกคลุมทั่วไปอยู่บริเวณ บนใบและใต้ใบ conidia มีลักษณะเป็นสายโซ่ มีขนาด (13–)15.6–18.2 x 23.4–28.6(–33.8) μm conidiophore มีขนาด (10.4–13) x 75.4–88.4(–98.8) μm foot-cell มีขนาด (10.4–13) x 23.4–(28.6–36.4) μm mother cell มีขนาด (5.2–7.8) x 31.2–54.6(–57.2) μm เมื่อ conidia งอกจะสร้าง germ tube แบบ pannosa type (ภาพที่ 18)



ภาพที่ 18 เชื้อราแป้งใน genus *Oidium* ที่เข้าทำลายผักบุ้งป่า; ก: ลักษณะอาการ ข: ลักษณะ conidia บนก้าน conidiophore ค: conidia ง: การงอกของ germ tube แบบ pannosa type (Scale bar = 30 μm)

11. พริก (*Capsicum frutescens* L.)

ลักษณะของพริกที่ถูกเชื้อราแป้งเข้าทำลาย พบโคโลนีสีขาวค่อนข้างบางที่ด้านหลังใบกระจายเป็นหย่อมๆ ถึงปกคลุมหนาแน่น สร้าง conidia 2 แบบ ได้แก่ primary conidia มีรูปร่างปลายยอดแหลม มีขนาด (13–15.6) \times (31.2– 41.6) μm conidiophore มีขนาด (10.4–13) \times (67.6–)70.2–117 μm foot-cell มีขนาด (5.2– 7.8) \times 13–23.4(–52) μm mother cell มีขนาด (5.2–7.8) \times 39–54.6(–67.6) μm branching point มีขนาด 7.8 \times 7.8–(13–15.6) และ secondary conidia คือมีรูปร่างตั้งแต่แบบเรียวยาว จนถึง รูปร่างแบบทรงกระบอก ที่มีส่วนปลายกลม หรือยอดตัดปลายไม่แหลม มีขนาด (10.4–15.6) \times 52– (54.6–70.2) μm conidiophore มีขนาด (5.2–7.8) \times 135.2–156(–187.2) μm foot cell มีขนาด (7.8–10.4) \times (28.6–31.2) μm mother cell มีขนาด 7.8 \times (65–)78–91 μm เมื่อ conidia งอกจะ สร้าง germ tube แบบ pannosa type (ภาพที่ 19)



ภาพที่ 19 เชื้อราแป้งใน genus *Oidiopsis* ที่เข้าทำลายพริกชี้หนู; ก: ลักษณะอาการ ข: ลักษณะ conidia บนก้าน conidiophore ค: conidia ง: การงอกของ germ tube แบบ pannosa type (Scale bar = 30 μm)

12. มะขาม (*Tamarindus indica* L.)

ลักษณะของเชื้อราแป้งที่เข้าทำลายมะขาม พบโคโลนีเชื้อราสีขาวกระจายทั่วทั้งใบ โดยเฉพาะด้านบนใบ หากถูกทำลายมากรุนแรงเป็นระยะเวลานาน โคลนีจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล conidia มีลักษณะเป็นสายโซ่ มีขนาด (10.4–)13–15.6 x (49.4–52) μm conidiophore มีขนาด 7.8 x (104–121) μm foot-cell มีขนาด (10.4–13) x (18.2–)26–52(–70.2) μm mother cell มีขนาด (7.8–10.4) x 67.6–91(–114.4) μm branching point มีขนาด (7.8–10.4) x 13–31.2(–44.2) μm เมื่อ conidia งอกจะสร้าง germ tube แบบ polygona type (ภาพที่ 20)



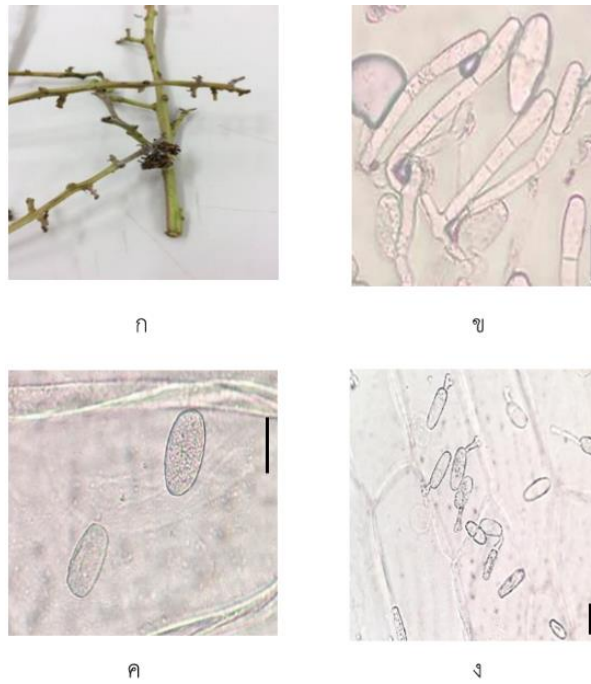
ภาพที่ 20 เชื้อราแป้งใน genus *Oidium* ที่เข้าทำลายมะขาม; ก: ลักษณะอาการ ข: ลักษณะ conidia บนก้าน conidiophore ค: conidia ง: การงอกของ germ tube แบบ polygوني type (Scale bar = 30 μ m)

13. มะม่วง (*Mangifera indica*)

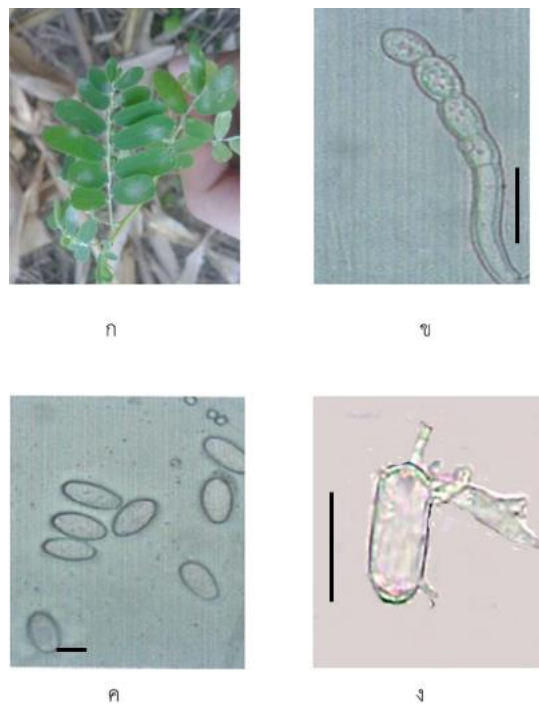
ลักษณะของเชื้อราแป้งที่เข้าทำลายมะม่วง คือ มีโคโลนีสีขาวปกคลุมทั่วทั้งช่อดอก conidia สร้างแบบเดี่ยว มีขนาด $15.6 \times (26-31.2) \mu\text{m}$ conidiophore มีขนาด $7.8 \times 78-109.2(-114.4) \mu\text{m}$ foot-cell มีขนาด $7.8 \times 26 \mu\text{m}$ mother cell มีขนาด $(5.2-7.8) \times 57.2-67.6(-78) \mu\text{m}$ branching point มีขนาด $7.8 \times (13-26) \mu\text{m}$ เมื่อ conidia งอกจะสร้าง germ tube แบบ polygوني type (ภาพที่ 21)

14. ลูกใต้ใบ (*Phyllanthus amarus* Schum.)

ลักษณะของเชื้อราแป้งที่เข้าทำลายลูกใต้ใบ คือ เป็นจุดโคโลนีสีขาวกระจายทั่วทั้งใบ conidia มีลักษณะเป็นสายโซ่ มีขนาด $7.8 \times 39-52(-65) \mu\text{m}$ conidiophore มีขนาด $7.8 \times (104-117) \mu\text{m}$ foot-cell เป็นแบบ flexuous มีลักษณะโค้งงอ มีขนาด $7.8 \times 26 \mu\text{m}$ mother cell มีขนาด $5.2 \times 39-52(-65) \mu\text{m}$ branching point มีขนาด $7.8 \times 13-31.2(-39) \mu\text{m}$ เมื่อ conidia งอกจะสร้าง germ tube แบบ microidium type ภายใน conidia พบลักษณะเป็นหยดน้ำมัน (oil drop) (ภาพที่ 22)



ภาพที่ 21 เชื้อราแป้งใน genus *Oidium* ที่เข้าทำลายมะม่วง; ก: ลักษณะอาการ ข: ลักษณะ conidia บนก้าน conidiophore ค: conidia ง: การงอกของ germ tube แบบ polygoni type (Scale bar = 30 μ m)



ภาพที่ 22 เชื้อราแป้งใน genus *Oidium* ที่เข้าทำลายลูกใต้ใบ; ก: ลักษณะอาการ ข: ลักษณะ conidia บนก้าน conidiophore ค: conidia ง: การงอกของ germ tube แบบ microidium type (Scale bar = 30 μ m)

15. สาบเสือ (*Eupatorium odoratum* L.)

ลักษณะของเชื้อราแบ่งที่เข้าทำลายสาบเสือ พบโคโคโลนีสีขาวปกคลุมบนใบพืชโดยเฉพาะด้านบนใบ หากรุนแรงอาจพบการเข้าทำลายในส่วนของลำต้นด้วย conidia มีลักษณะต่อกันเป็นสายโซ่ ขนาด $(13-15.6) \times (49.4-52-67.7) \mu\text{m}$ conidiophore มีขนาด $(10.4-13) \times (59.8-83.2-119.6(-145.6)) \mu\text{m}$ foot-cell มีขนาด $(10.4-13) \times (18.2-26-52(-70.2)) \mu\text{m}$ mother cell มีขนาด $(5.2-7.8) \times 46.8-65(-96.2) \mu\text{m}$ branching point มีขนาด $(7.8-10.4) \times (7.8-13) \mu\text{m}$ เมื่อ conidia งามจะสร้าง germ tube แบบ fuliginea type (ภาพที่ 23)



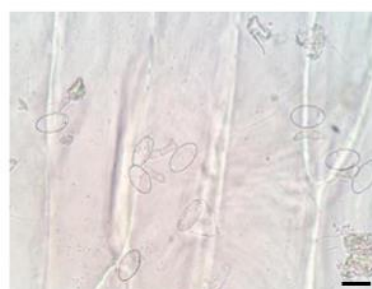
ก



ข



ค

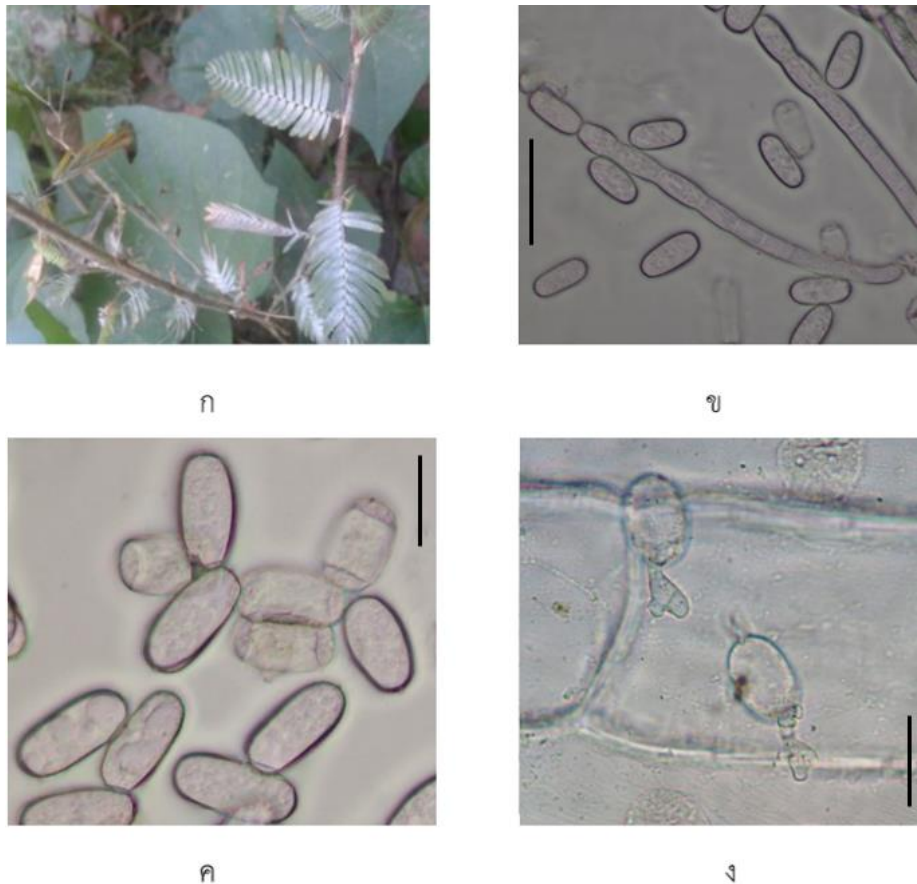


ง

ภาพที่ 23 เชื้อราแบ่งใน genus *Oidium* ที่เข้าทำลายสาบเสือ; ก: ลักษณะอาการ ข: ลักษณะ conidia บนก้าน conidiophore ค: conidia ง: การงอกของ germ tube แบบ fuliginea type (Scale bar = $30 \mu\text{m}$)

16. โสนขน (*Aeschynomene americana* L.)

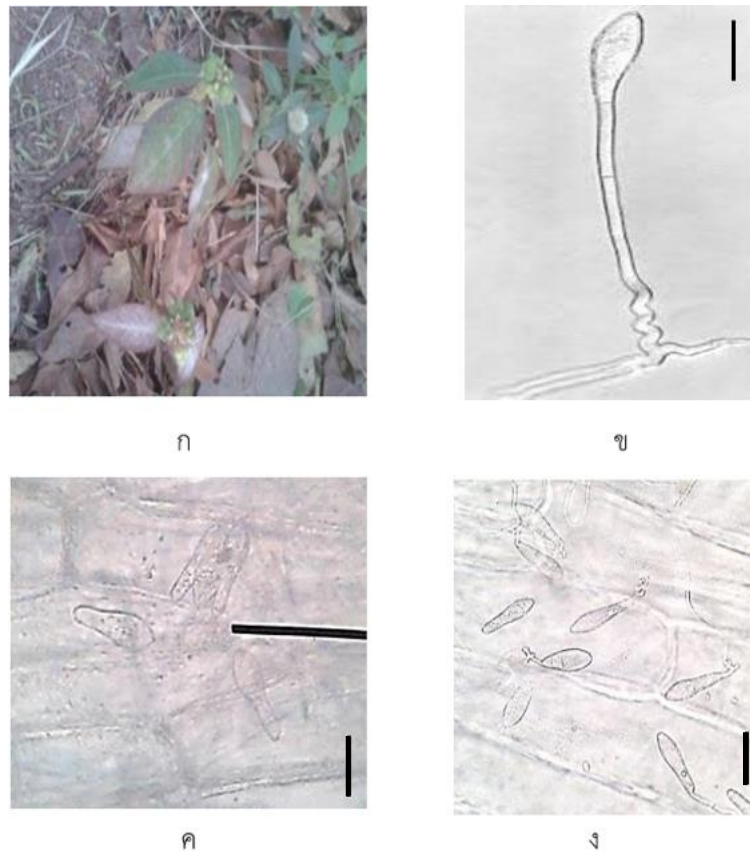
ลักษณะของเชื้อราแบ่งที่เข้าทำลายโสนขน คือ มีโคโคโลนีสีขาวคล้ายแป้ง ปกคลุมทั่วทั้งบนใบและใต้ใบ conidia มีลักษณะต่อกันเป็นสายโซ่ มีขนาด $(13-15.6) \times (31.2-33.8-41.6) \mu\text{m}$ conidiophore มีขนาด $(7.8-13) \times (57.2-80.6-91(-106.6)) \mu\text{m}$ foot-cell มีขนาด $(13-15.6) \times 36.4-41.6(-44.2) \mu\text{m}$ mother cell มีขนาด $13-(15.6-18.2) \times (28.6-31.2) \mu\text{m}$ เมื่อ conidia งาม จะสร้าง germ tube แบบ polygona type (ภาพที่ 24)



ภาพที่ 24 เชื้อราแป้งใน genus *Oidium* ที่เข้าทำลายโสนขน; ก: ลักษณะอาการ ข: ลักษณะ conidia บนก้าน conidiophore ค: conidia ง: การงอกของ germ tube แบบ polygoni type (Scale bar = 30 μ m)

17. หญ้ายาง (*Euphorbia heterophylla* L.)

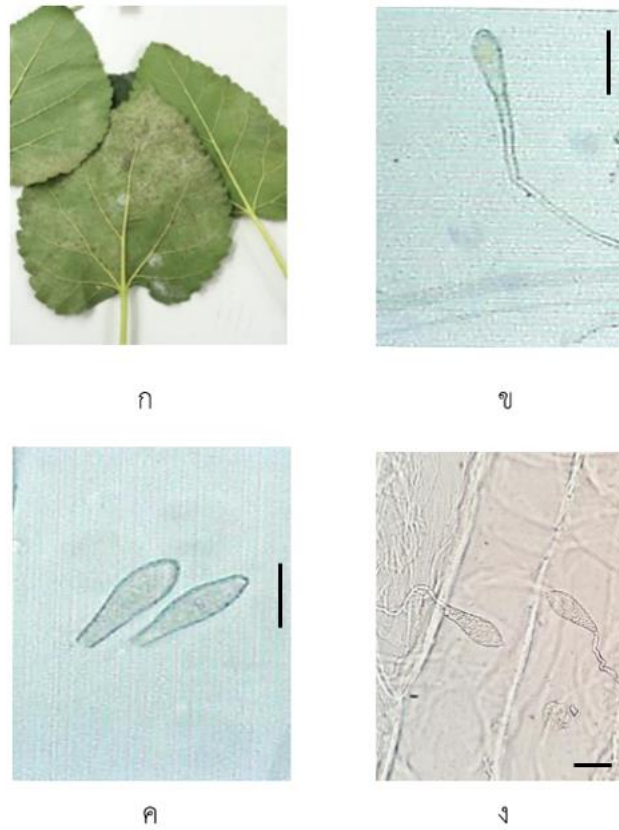
ลักษณะของเชื้อราแป้งที่เข้าทำลายหญ้ายาง พบโคโลนีปกคลุมทั่วทั้งบนใบและหลังใบ conidia สร้างแบบเดี่ยว มีขนาด (15.6–18.2) \times 49.4–54.6(–62.4) μ m conidiophore มีขนาด 7.8 \times 117–171.6(–215.8) μ m foot-cell มีลักษณะเป็นแบบ coiled หรือ twisted บิดเป็นเกลียว มีขนาด 5.2–7.8(–10.4) \times (20.8–31.2) μ m mother cell มีขนาด 5.2 \times 54.6–88.4(–98.8) μ m branching point มีขนาด (5.2–7.8) \times 10.4–13(–20.8) μ m ลักษณะเป็นฐานบิด เมื่อ conidia งอก จะสร้าง germ tube แบบ polygoni type (ภาพที่ 25)



ภาพที่ 25 เชื้อราแบ่งใน genus *Ovulariopsis* ที่เข้าทำลายหญ้าหาง; ก: ลักษณะอาการ ข: ลักษณะ conidia บนก้าน conidiophore ค: conidia ง: การงอกของ germ tube แบบ polygoni type (Scale bar = 30 μ m)

18. หม่อน (*Morus alba* L.)

ลักษณะของเชื้อราแบ่งที่เข้าทำลายหม่อน พบโคโลนีสีขาวปกคลุมทั่วหลังใบ โดยอาจเห็นเป็นหย่อมบางๆ หรือปกคลุมหนาแน่น conidia สร้างแบบเดี่ยว รูปร่างแบบ lanceolate มีขนาด (15.6–18.2) \times 57.2–83.2(–91) μ m conidiophore มีขนาด 7.8 \times 174.2–280.8(–291.2) μ m foot-cell มีขนาด 7.8 \times 20.8–(23.4–26) μ m mother cell มีขนาด 7.8 \times 65–91(–96.2) μ m เมื่อ conidia งอกจะสร้าง germ tube แบบ pannosa type (ภาพที่ 26)



ภาพที่ 26 เชื้อราแป้งใน genus *Ovulariopsis* ที่เข้าทำลายหม่อน; ก: ลักษณะอาการ ข: ลักษณะ conidia บนก้าน conidiophore ค: conidia ง: การงอกของ germ tube แบบ pannosa type (Scale bar = 30 μ m)

บทที่ 4

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการสำรวจ และเก็บรวบรวมตัวอย่างพืชอาศัยที่ถูกเชื้อราแป้งเข้าทำลายในพื้นที่บริเวณ จังหวัดเพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ ระหว่างปี พ.ศ. 2557-2560 พบว่ามีพืชอาศัยถูกเชื้อราแป้งเข้าทำลายพืช รวม 26 ชนิด จัดอยู่ในกลุ่มของพืชผัก วัชพืช ไม้พุ่ม และไม้ยืนต้น โดยลักษณะอาการของพืชที่ถูกเชื้อราแป้งเข้าทำลาย ส่วนใหญ่จะสามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจนบนใบพืช ซึ่งจะเห็นลักษณะของโคโลนีเชื้อราเป็นเส้นใยสีขาวลักษณะคล้ายผงแป้งที่ปกคลุมทั้งหน้าใบและหลังใบ หรือเพียงด้านใดด้านหนึ่ง โดยจากการสำรวจครั้งนี้สามารถจำแนกเชื้อราแป้งโดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาของระยะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ซึ่งตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์สามารถจัดจำแนกเชื้อราแป้งได้ 3 genera ดังนี้

- *Oidium* spp. พบในพืชอาศัยจำนวน 99 ตัวอย่าง โดยจำแนกพืชได้เป็น 22 ชนิด ได้แก่ กะเพรา กรดน้ำ นมราชสีห์ ก่องข้าว โคนกกระออม งวงช้าง ตำลึง ผักชี ผักบุ้งป่า ผักเสี้ยนขน มะขาม มะละกอมะม่วง แคน ถั่วผี ยี่หระ บานชื่น หญ้าดอกขาว โสนขน สาบเสือ ลูกใต้ใบ และองุ่น โดยลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่พบคือ สร้าง conidia แบบ single type หรือ chain type มีรูปร่างรูปไข่ สร้างเส้นใยเจริญอยู่ภายนอกพืชอาศัย (ectophyte) ก้านชูสปอร์ (conidiophore) มีกำเนิดจากเส้นใยที่อยู่ภายนอก เมื่อ conidia งอกจะสร้าง germ tube แบบ Polygoni-type, Cichoracearum-type, Pannosa-type หรือ Fuliginea-type ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Braun, 1987 และ Shin, 2000

- *Oidiopsis* spp. พบในพืชอาศัยจำนวน 9 ตัวอย่าง โดยจำแนกพืชได้ทั้งหมด 1 ชนิด ได้แก่ พริกขี้หนู องุ่น โดยลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่พบคือ สร้าง conidia แบบ single type โดยมีการสร้าง conidia 2 ชนิด คือ primary conidia และ secondary conidia ซึ่งรูปร่างของ conidia ทั้งสองชนิดแตกต่างกัน สร้างเส้นใยเจริญอยู่ภายนอกพืชอาศัย (ectophyte) และมีบางส่วนเจริญอยู่ภายใน (endophyte) ก้านชูสปอร์ (conidiophore) ลักษณะผอมยาว มีกำเนิดจากเส้นใยที่อยู่ภายนอก เมื่อ conidia งอกจะสร้าง germ tube แบบ Polygoni-type ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Braun, 1987 และ Shin, 2000

- *Ovulariopsis* spp. พบในพืชอาศัยจำนวน 21 ตัวอย่าง โดยจำแนกพืชออกมาได้ทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ คุณ หล้ายาง และหม่อน องุ่น โดยลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่พบคือ สร้าง conidia แบบ single type รูปร่างแบบกระบอง (clavate) สร้างเส้นใยเจริญอยู่ภายนอกพืชอาศัย (ectophyte) และมีบางส่วนเจริญอยู่ภายใน (endophyte) ก้านชูสปอร์ (conidiophore) ลักษณะผอมยาว มีกำเนิดจากเส้นใยที่อยู่ภายนอก เมื่อ conidia งอกจะสร้าง germ tube แบบ Polygoni-type โดยในการศึกษาค้นคว้าพบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศบนคุณเพียงชนิดเดียวจัดอยู่ใน genus *Phyllactinia* ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Braun, 1987 และ Shin, 2000

ในปี ค.ศ. 2006 Paul และ Thakur มีรายงานพบการสืบแบบอาศัยเพศของเชื้อราแ่งบนต้นคุณ ในประเทศอินเดีย โดยเป็นการค้นพบใหม่ และเชื้อราแ่งนี้จัดอยู่ในสปีชีส์ *Phyllactinia bauhiniae* var. *cassia* ต่อมาได้ทำการจัดจำแนกใหม่เป็น *P. cassiae-fistulae* โดย Braun และ Paul (2009) ซึ่งเป็นการจัดจำแนกที่ใช้มาจนถึงปัจจุบันนี้ นอกจากนี้ในปี ค.ศ. 2013 Monkung ได้ทำการศึกษาเชื้อราแ่งที่พบ บนพืช *Cassia fistula* และ *Senna siamea* โดยเชื้อรากลุ่มนี้มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้ายกับเชื้อรา *Oidium* คือ conidia เป็นรูปทรงรี (ellipsoid) และก้านชูสปอร์สั้น แต่เชื้อราที่พบบนพืช *Cassia fistula* สามารถจำแนกได้เป็น *Phyllactinia cassiae-fistulae* เนื่องจากมีระยะการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจัดอยู่ใน *Phyllactinia* ส่วนเชื้อราที่พบบนพืชอาศัย *Senna siamea* จัดเป็นเชื้อรา *Phyllactinia* ชนิดใหม่ และ foot-cells มีลักษณะบิดเป็นเกลียว เป็นการที่พบในประเทศไทยครั้งนี้ นับเป็นครั้งแรกที่ได้ศึกษา ครอบคลุมถึงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาต่างๆ ร่วมกับการศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมของเชื้อราแ่ง ซึ่งจะเห็นได้ว่าการศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมของเชื้อรา แ่ง โดยใช้ตำแหน่งของรหัสพันธุกรรมบริเวณ ITS, 5.8S และ 28S สามารถนำมาเป็นเครื่องมือร่วมในการจัดจำแนกให้มีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในกรณีที่มีลักษณะทางสัณฐานมี ลักษณะที่แตกต่างไปจากรายงานครั้งก่อน

เชื้อราแ่งทั้ง 3 genera นี้สามารถแบ่งตามลักษณะของเส้นใยที่เจริญบนพืชได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เส้นใยที่เจริญอยู่ภายนอกพืชอาศัย คือ *Oidium* ลักษณะเส้นใยปกคลุมหนาทั่วทั้งหน้าใบและหลังใบ มีการเข้าทำลายพืชในกลุ่มพืชล้มลุก กลุ่มที่ 2 เส้นใยที่เจริญอยู่ภายในพืชอาศัย คือ *Oidiopsis*, *Ovulariopsis* ลักษณะเส้นใยบางส่วนมักจะพบบริเวณด้านหลังใบ มีการเข้าทำลายพืชในกลุ่มพืชล้มลุก และไม้ยืนต้น โดยเชื้อราใน genus *Oidiopsis* และ *Ovulariopsis* จัดเป็นเชื้อราแ่งที่มีการสร้างเส้นใย เจริญอยู่ภายในพืช โดยสร้างก้านชูสปอร์เจริญผ่านปากใบของพืชขึ้นมา และเนื่องจากด้านหลังใบมีจำนวน ปากใบมากกว่าด้านหน้าใบ จึงพบเชื้อราแ่งด้านหลังใบมากกว่าด้านหน้าใบ ลักษณะ conidia ของเชื้อรา แ่งใน genus *Oidiopsis* มีลักษณะเป็น diamorphic คือ มีรูปร่างต่างกัน 2 แบบ คือ แบบแรกจะสร้าง ขึ้นบนก้าน conidiophore และมีรูปร่างแตกต่างกันอย่างชัดเจนกับ conidia ที่สร้างขึ้นต่อมา ภายหลัง ส่วนเชื้อราแ่งใน genus *Oidium* เป็นเชื้อราแ่งที่สร้างเส้นใยอยู่ภายนอกพืชอาศัย โดยเชื้อราแ่งชนิด นี้มีการสร้าง conidia ได้ 2 แบบ คือ แบบต่อกันเป็นสายโซ่ และแบบเดี่ยว (Braun, 1987; Shin, 2000) ทั้งนี้ยังพบว่า เชื้อราแ่งที่พบบนลูกใต้ใบ จะสร้างลักษณะการงอกของ germ tube บน conidia ลักษณะ พิเศษ โดยเชื้อราชนิดนี้จะเข้าทำลายบนพืชอาศัยในพืชวงศ์ Euphorbiaceae เท่านั้น ซึ่งการงอกของ conidia นี้เรียกว่า Microoidium type (ชัยวัฒน์, 2557)

จากการศึกษาเชื้อราแ่งในเขตพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งยังไม่พบการรายงาน การสำรวจถึงเชื้อราแ่งที่เข้าทำลายพืชอาศัยชนิดต่างๆ ในเขตพื้นที่เหล่านี้ พบว่าการเข้าทำลายของเชื้อ ราแ่งบนพืชอาศัยพบได้น้อยกว่าเชื้อราแ่งที่พบในเขตภาคเหนือ เนื่องมาจากจังหวัดทั้งสองอยู่ในพื้นที่ที่มีสภาพอากาศที่ค่อนข้างร้อนในฤดูร้อน (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2560) ทำให้ไม่ค่อยเหมาะสมต่อการเจริญของ

เชื้อราแป้ง (ชัยวัฒน์ 2557) ซึ่งต่างจากการศึกษาเชื้อราแป้งในภาคเหนือของประเทศไทย (ดวงดาว, 2549; ชัยวัฒน์ 2557; วณิตดา, 2548) พบว่ามีการเข้าทำลายพืชได้หลากหลายชนิด มีความหลากหลายทางชีวภาพของราแป้งสูงกว่า โดยเฉพาะพบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (teleomorph) ของเชื้อราแป้งได้หลากหลายชนิด อีกทั้งการศึกษาในครั้งนี้ยังพบว่า เชื้อราแป้งในระยะการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศที่พบบนต้นคูน ไม่สามารถพบได้ทุกปีที่ทำการสำรวจเก็บข้อมูล เนื่องจากบางปีพื้นที่ที่ทำการศึกษาเชื้อราแป้งสภาพอากาศไม่เหมาะสม โดยสภาพอากาศมีระยะเวลาของฤดูหนาวสั้น ฤดูร้อนยาวนาน ทั้งนี้จากข้อมูลที่ได้มีการศึกษาเชื้อราแป้งในประเทศไทยพบว่า เชื้อราแป้งที่เข้าทำลายพืชในประเทศไทยพบเพียงทั้งหมด 3 genera ได้แก่ *Oidium*, *Oidiopsis* และ *Ovulariopsis* โดยไม่เคยมีรายงานการพบเชื้อราแป้งใน genus *Streptopodium* (ชัยวัฒน์ 2557)

ในการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราแป้ง ในพื้นที่เพาะปลูกจังหวัดเพชรบุรีและประจวบคีรีขันธ์ พบว่าพืชอาศัยที่เป็นพืชเศรษฐกิจของเชื้อราแป้งในบริเวณพื้นที่นี้ พบการเข้าทำลายของเชื้อราแป้งได้น้อยชนิด เนื่องจากพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดเพชรบุรี ได้แก่ ข้าว กล้วย (สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี, 2546) ซึ่งเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ไม่พบรายงานการเข้าทำลายของเชื้อราแป้ง ยกเว้นข้าวสาลีที่ปลูกในทวีปอเมริกา (Braun, 1987 และ Braun, 2011) ส่วนจังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีพืชเศรษฐกิจส่วนใหญ่เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ได้แก่ สับปะรด มะพร้าว ปาล์มน้ำมัน ซึ่งโดยทั่วไปเชื้อราแป้งไม่สามารถเข้าทำลายพืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้ (Braun, 1987 และ Braun, 2011) อีกทั้งหลังจากปลูกข้าวซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจหลักเกษตรนิยมปลูกพืชผัก เช่น แตงกวา ข้าวโพด พริก (สำนักงานเกษตรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์, 2559) แต่ฤดูกาลเพาะปลูกพืชเหล่านี้จะนิยมปลูกในช่วงหลังเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นระยะเวลาที่สภาพอากาศร้อน ความชื้นในอากาศต่ำเนื่องจากไม่มีฝนเป็นระยะเวลานาน ทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราแป้ง ซึ่งการสำรวจเชื้อราแป้งเพื่อศึกษาในครั้งนี้ช่วงระยะเวลาเหมาะสมอยู่ในช่วงเดือนตุลาคม ถึงเดือนมีนาคม ทำให้พืชอาศัยของเชื้อราแป้งที่เก็บรวบรวมได้เป็นพวกวัชพืช

ข้อเสนอแนะ

- ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยในครั้งนี้หากนำไปศึกษาร่วมกับการศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมของเชื้อราแป้ง จะทำให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำมากขึ้น
- การศึกษาเชื้อราแป้งในพื้นที่เพาะปลูกจังหวัดเพชรบุรีและประจวบคีรีขันธ์ เป็นการสำรวจและรายงานเป็นครั้งแรก และด้วยธรรมชาติของเชื้อราแป้งไม่สามารถศึกษาได้ตลอดปี จึงอาจต้องใช้ระยะเวลายาวนานกว่านี้ในการศึกษา เพื่อให้ได้ข้อมูลมากขึ้น

บรรณานุกรม

- กรมอุตุนิยมวิทยา. 2560. สภาพภูมิอากาศจังหวัดเพชรบุรี. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://www.tmd.go.th/province.php?id=70>. 9 พฤษภาคม 2560
- กรมอุตุนิยมวิทยา. 2560. สภาพภูมิอากาศจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://www.tmd.go.th/province.php?id=62>. 9 พฤษภาคม 2560
- ชัยวัฒน์ โตอนันท์. 2549. เอกสารคำสอนวิชาเชื้อราแป้ง. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 117 หน้า.
- ชัยวัฒน์ โตอนันท์. 2557. เชื้อราแป้ง. สาขาวิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 440 หน้า.
- เชาวนาถ พุทธิเทพ, สุมนา งามผ่องใส, อารดา มาสรี, สุวิมล ถนอมทรัพย์ และศักดิ์ เฟงผล. 2554. การประเมินความต้านทานของพันธุ์ถั่วเขียวต่อเชื้อรา *Oidium* sp. สาเหตุโรคราแป้ง. แก่นเกษตร 39 ฉบับพิเศษ 3: 248–259.
- ดวงดาว กันทรรัตน์. 2549. ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อราแป้งใน Genus *Oidium* subgenus *Fribroidium* ที่พบในจังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 134 หน้า.
- วนิตดา วัฒนวรวิทย์. 2548. ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อราแป้งใน Tribe Phyllactinieae ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 93 หน้า.
- สวง โฮสูงเนิน. 2554. ระวังโรคราแป้งในตระกูลแตง พริก มะเขือ. ข่าวส่งเสริมการเกษตร. หอนงบัวลำพู. สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี. 2546. สภาพเศรษฐกิจทางการเกษตร. ที่มา: <http://www.phetchaburi.doae.go.th/pb2013/introduction/intro6.htm>
- สำนักงานเกษตรจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. 2559. พื้นที่การเกษตร. ที่มา: http://www.prachuap.doae.go.th/pk2015/userfiles/file/CCF26042560_00000.jpg
- Agrios, G.N. 1988. Plant Pathology. 3rd ed. Academic Press, Inc., London. 565 p.
- Amino, K. 1986. Host Range and Geographical Distribution of the Powdery Mildew Fungi. Japan Scientific Societies Press, Tokyo.
- Babu, A.M., Kumer, J.S., Kumer, V., Sarkar, A. and Datta, R.K. 2002. Tropic Failure of *Phyllactinia caoylea* Contributes to The mildew Resistance of Mulberry Genotypes. Mycopath. 156: 207–213.
- Braun, U. 1987. A Monograph of The Erysiphales (powdery mildews). Beihefte zur Nova Hedwigia 89: 1–700.

- Braun, U. 1995. The Powdery Mildews (Erysiphales) of Europe. Gustav Fischer Verlag, Jena, New York.
- Braun, U. 1999. some critical notes on the classification and generic concept of the Erysiphaceae. *Schlechtendalia* 3: 48–54.
- Braun, U. 2011. The current systematics and taxonomy of the powdery mildews (Erysiphales): an overview. *Mycoscience* 52: 210–212.
- Braun, U. and Cook, R.T.A. 2012. Taxonomic Manual of the Erysiphales (Powdery Mildews). CBS Biodiversity Series No. 11: 1–707.
- Braun, U., Cook, R.T.A., Inman, A.J. and Shin, H.D. 2002. The taxonomy of the powdery mildew Fungi. Pages 13-54, In: *The Powdery Mildews: A comprehensive treatise*. R.R. Belanger, W.R. Bushnell, A.J. Dik and T.L.W. Carver, Eds. APS Press, St. Paul, MN, USA.
- Braun U. and Paul Y.S. 2009. The Indian Erysiphaceae revisited. *Beiheft Zur Nova Hedwigia* 89: 371–395.
- Daughtrey, M.L., Hodge, K.T. and Shishkoff, N. 2004. The powdery mildew. In *Plant Pathology, Concepts and Laboratory Exercises*. Robert N. Trigiano, Mark T.
- De Bary, A. 1870. Eurotium, Cicinnobolus, nebst Bemerkungen über die Geschlechtsorgane der Ascomyceten. In: *Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze* (A. De Bary and M. Woronin, eds.), pp. 1–95. Verlag von C. Winter, Frankfurt a. M., Germany.
- Giatgong, P. 1980. Host Index of Plant Disease in Thailand. Mycology Branch, Plant Pathology and Microbiology Division, Department of Agriculture. Bangkok, Thailand. 118 p. (in Thai)
- Gorter, G.J.M.A. and Eicker, A. 1985. Two previously undescribed *Oidium* species from South Africa. *Mycotaxon* 22: 39–42.
- Hibbett, D.S., Binder, M., Bischoff, J.F., Blackwell, M., Cannon, P.F., Eriksson, O.E., Huhndorf, S., James, T., Kirk, P.M., Cking, R.L., Lumbsch, H.T., Lutzoni, F., Matheny, P.B., McLaughlin, D.J., Powell, M.J., Redhead, S., Schoch, C.L., Spatafora, J.W., Stalpers, J.A., Vilgalys, R., Aime, M.C., Aptroot, A., Bauer, R., Begerow, D., Benny, G.L., Castlebury, L.A., Crous, P.W., Dai, Y.C., Gams, W., Geiser, D.M., Griffith, G.W., Gueidan, C., Hawksworth, D.L., Hestmark, G., Hosaka, K., Humber, R.A., Hyde, K.D., Ironside, J.E., Ljalg, U.K., Kurtzman, C.P., Larsson, K.H., Lichtwardt, R., Longcore, J., Dlikowska, J.M., Miller, A., Moncalvo, J.M., Mozley-Standridge, S., Oberwinkler, F., Parmasto, E.,

- Reeb, V., Rogers, J.D., Roux, C., Ryvarden, L., Sampaio, J.P., Schu Bler, A., Sugiyama, J., Thorn, R.G., Tibell, L., Untereiner, W.A., Walker, C., Wang, Z., Weir, A., Weiss, M., White, M.M., Winka, K., Yao, Y.J. and Zhang, N. 2007. Higher-level phylogenetic classification of the fungi. *Mycological Research* III: 509–547.
- Hirata, K. 1942. On the shape of the germ tubes of Erysiphaceae. *Bulletin of Chiba College of Horticulture* 5: 34–49.
- Hirata, K. 1955. On the shape of the germ tubes of Erysiphaceae (II). *Bulletin of the Faculty of Agriculture, Niigata University* 7: 24–36.
- Hirata, T. and Takamutsu, S. 1996. Nucleotide sequence diversity of rDNA internal transcribed spacer extracted from conidia and cleistothecia of several powdery mildew fungi. *Mycoscience* 37: 265–270.
- Jones, H., Whipps, J.M. and Gurr, S.J. 2001. The tomato powdery mildew fungus *Oidium neolycopersici*. *Molecular Plant Pathology* 2(6): 303–309.
- Kirk P.M., Cannon P.F., Minter D.W. and Stalpers J.A. 2008. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. 10th edn. CAB International, Wallingford.
- Miller, T.C. and Gubler, W.D. 2003. Effects of temperature and water vapor pressure on conidial germination and lesion expansion of *Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae*. *Plant Disease*. 87(5): 484–492.
- Monkhung, S. 2013. *Taxonomy and Phylogeny of Powdery Mildew Fungi in Tribe Phyllactinieae*. Ph.D. Thesis, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand.
- Nischwitz, C. and Newcombe, G. 2003. First report of powdery mildew (*Microsphaera palczewskii*) on Siberian pea tree (*Caragana arborescens*) in North America. *Plant Disease*. 87: 451.
- Oichi. W., Matsuda, Y., Sameshima, T., Nonomura, T., Kakutani, k., Nishimura, H., Kusakari, S. and Toyoda, H. 2004. Consecutive monitoring for conidiogenesis by *Oidium neolycopersici* on tomato leaves with a high-fidelity digital microscope. *Journal of General Plant Pathology* 70: 318–321.
- Paul Y.S. and Thakur V.K. 2006. *Indian Erysiphaceae*. Scientific Publishers. Jodhpur, India. 134 pp.
- Robert, N. T., Mark, T. W., Alan, S. W. 2004. *Plant Pathology concepts and laboratory exercises*. CRC press, Washington D.C. 413 p.

- Sawada, K. 1914. The classification in the Erysiphaceae based on the conidial stages. (In Japanese.) Bull. Agric. Gov. Res. Inst. Formosa 24: 1–55.
- Shin, H.D. 2000. Erysiphaceae of Korea. Department of Agricultural Biology, Korea University, Seoul. 320 p.
- Shin, H.D. and La, Y.J. 1993. Morphology of edge lines of chained immature conidia on conidiophores in powdery mildew fungi and their taxonomic significance. Mycotaxon 66: 445–451.
- Shin, H.D. and Zheng, R.Y. 1998. Anamorphic morphology of *Uncinula* and allied genera (I). Mycotax 66: 243–266.
- Smith G. 1900. The haustoria of the Erysiphaceae. Bot. Gaz 29: 153–184.
- Spencer, D.M. 1978. The Powdery Mildew. Glasshouse Crops research Institute, Littlehampton, Sussex. 565 p.
- Takamatsu, S., Shin, H., Paksiri, U., Saranya, L., Taguchi, U., Binh, N.T. and Sata, U. 2002. Two Erysiphe species associated with recent outbreak of soybean powdery mildew: results of molecular phylogenetic analysis based on nuclear rDNA sequences. Mycosci. 43: 33–341.
- Takamatsu, S., Braun, U. and Saranya, L. 2005. Phylogenetic relationships and genetic affinity of *Uncinula septata* inferred from nuclear rDNA sequences. Mycoscience. 46: 9–16.
- To-anun, C., Sunawan, A., Limkaisang, S., Khom-um, S., Sato, Y. and Takamatsu, S. 2002. New germination type of conidia of powdery mildew found on *Phyllanthus* spp. In: Summary of the First International Conference on Tropical and Subtropical Plant Diseases (TPS 2002). November 5-8, 2002. Chiang Mai, Thailand. 108-203.
- Walcan, S.M. 2004. *Podosphaera balsaminae* on *Impatiens Balsamina* and *Impatiens x hawker*. Aus. Plant Pathology. 33: 133-134.
- Yarwood, C.E. 1957. Powdery mildews. Bot. Rev. 13: 235-301.

ประวัตินักวิจัย

1. อาจารย์ ดร. สรารัตน์ มนต์ขลัง (หัวหน้าโครงการ)

สังกัด คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศ
เพชรบุรี 76120

เบอร์โทรศัพท์/โทรสาร 032-594037-8 มือถือ 086-1682845

e-mail: apple.sararat@gmail.com และ monkhung_s@silpakorn.edu

ผลงานวิจัย

1. R. Divarangkoon, J. Meeboon, **S. Monkung**, C. To-anun, and S. Takamatsu, “Two new species of *Erysiphe* (Erysiphales, Ascomycota) from Thailand”, *Mycosphere.*, Vol. 2(3), Jul. 2011, pp. 231–238
2. **S. Monkung**, C. To-anun, and S. Takamatsu, “Molecular Approach to Clarify Taxonomy of Powdery Mildew on Chilli Plants Caused by *Oidiopsis sicula* in Thailand”, *Journal of Agricultural Technology.*, Vol. 7(6), Oct. 2011, pp. 1801–1808
3. **S. Monkung**, S. Takamatsu, and C. To-anun, “Molecular and Morphological Characterization of *Phyllactinia cassiae-fistulae* (Erysiphaceae; Ascomycota) from Thailand”, *African Journal of Biotechnology.*, Vol. 12(2), Jan. 2012, pp. 109–114
4. S. Plakthongdee, **S. Monklung**, R. Cheewangkoon, and C. To-anun, “Cladosporium on monocotyledon plant from Thailand”, *Journal of Agricultural Technology.*, Vol. 9(4), Jun. 2013, pp. 943–951
5. **S. Monkung**, Y. T. Kim, Y. S. Lee, J. Y. Cho, J. H. Moon, and K. Y. Kim, “Isolation of Antifungal Compound and Biocontrol Potential of *Lysobacter antibioticus* HS124 against Fusarium Crown Rot of Wheat”, *Korean Journal of Soil Science Fertilizer.*, Vol. 49(4), Aug. 2016, pp. 393–400
6. **S. Monkung**, and C. To-anun, “Molecular Phylogenetic and Morphological Analysis of a Powdery Mildew Found on *Dalbergia lanceolaria* in Thailand”. *Chiang Mai Journal of Science.*, Vol. Apr. 2017, pp. 350–357