

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาลักษณะจุลทรรศน์เปรียบเทียบของพืช เป็นการเปรียบเทียบลักษณะจุลทรรศน์ของพืชทั้งลักษณะสัณฐานวิทยาและกายวิภาค เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานร่วมกับลักษณะอื่นๆ ที่ได้จากการศึกษาศาสตร์อื่นๆ ในการศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานพืช ในการตรวจสอบหาชื่อพืชจากส่วนต่างๆของพืช หรือการจัดจำแนกหมวดหมู่พืช นอกจากนี้อาจทำให้ได้พบความรู้หรือหลักการใหม่ๆ ซึ่งจะก่อประโยชน์ในการศึกษาทางสาขาวิชาอื่นๆต่อไป ลักษณะจุลทรรศน์ที่สำคัญ ได้แก่ แผ่นใบ ก้านใบ ลำต้น ปากใบ ขน สเกล กลุ่มของอับสปอร์ อับสปอร์ สปอร์ เป็นต้น

ในอดีตได้มีผู้ศึกษาเพื่อพิจารณาสถานะทางอนุกรมวิธานของเฟิร์นสกุล *Thelypteris* รวมถึงการใช้ลักษณะทางกายวิภาคของส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องในการสืบพันธุ์ และโครงสร้างที่ใช้ในการสืบพันธุ์มาใช้แก้ปัญหาในการจัดจำแนกพืช มีรายละเอียดพอสรุปได้ดังนี้

1. การศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานที่เกี่ยวข้องกับเฟิร์นสกุล *Thelypteris*

Copeland (1904) ศึกษาสกุลเฟิร์นในฟิลิปปินส์และได้ตีพิมพ์ลงใน "Genera Filicum" (1947) และ "Fern Flora of the Philippines" (1960) โดยใช้ระบบของการจัดจำแนกตามแบบ Ching (1940) เขาได้แยกเฟิร์นสกุล *Thelypteris* ออกจาก *Cyclosorus* โดยใช้ลักษณะเส้นใบที่เป็นแบบ free หรือ anatomosing (Holttum, 1981)

Iwatsuki (1964) ได้ศึกษาอนุกรมวิธานและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเฟิร์นกลุ่ม thelypteroid และเสนอว่าควรแยกเฟิร์นในกลุ่มนี้ออกเป็น 3 สกุลย่อย คือ *Stegnogramma*, *Thelypteris* และ *Meniscium* นอกจากนี้เขายังพบอีกว่าจากที่เคยมีการใช้ลักษณะรูปแบบของการเรียงเส้นใบแต่เพียงอย่างเดียวในการแบ่งแยกเฟิร์นสกุล *Thelypteris* ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ *Cyclosorus* ซึ่งมีรูปแบบของการเรียงเส้นใบเป็นแบบ goniopteroid venation และ *Thelypteris* ซึ่งมีรูปแบบของการเรียงเส้นใบเป็นแบบ free veins นั้นพบว่าข้อมูลที่ได้อาจไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้ในการเสนอตั้งเป็นสกุลใหม่ได้ จึงควรที่จะรวมเฟิร์น 2 สกุลนี้เป็นสกุลเดียว คือ *Thelypteris*

Holttum (1981) ได้เริ่มศึกษาเฟิร์นวงศ์ Thelypteridaceae ในเขตโลกเก่าในปี 1967 เขาพบว่าเฟิร์นในเขต Malesian นั้นมีความแตกต่างไปจากในพื้นที่แผ่นดินใหญ่ของทวีปเอเชีย และได้สร้างระบบในการจัดจำแนกสกุลรูปแบบใหม่ขึ้นซึ่งตีพิมพ์ในปี 1971 นอกจากนี้เขายังเห็นว่าการ

แบ่งแยกระหว่าง *Thelypteris* และ *Cyclosorus* ออกจากกันโดยอาศัยลักษณะ free หรือ united veins นั้นไม่เหมาะสม ควรมีการใช้ลักษณะในหลายๆลักษณะร่วมกันโดยเฉพาะลักษณะการกระจายของต่อมและขนก็เป็นลักษณะที่สำคัญในการใช้แยกเช่นกันแต่ไม่มีการบันทึกไว้ และยังพบอีกว่า *Thelypteris* และ *Cyclosorus* นั้นมีลักษณะพิเศษที่แตกต่างไปจากเฟิร์นในกลุ่มใกล้เคียงซึ่งถูกรวมเข้าไว้ด้วยกันโดยผู้วิจัยคนก่อนๆ ซึ่งในอดีตมีการจัดจำแนกชนิดเฟิร์นในวงศ์นี้ไว้เป็น 2 ระบบใหญ่ๆ คือ

1) รวมทุกชนิดเอาไว้ในสกุลเดียว คือ *Thelypteris* เช่น Flora of Thailand (Tagawa & Iwatsuki, 1988) , Flora of North America (Smith, 1993)

2) แยกออกเป็นหลายสกุล เช่น Flora of Taiwan (Kuo, 1975)

Holttum มีความเห็นว่าเฟิร์นในภูมิภาค Malesian นั้นมีความหลากหลายมากเกินกว่าที่จะสามารถจัดไว้ในสกุลเดียวได้ ในการนี้เขาได้จัดจำแนกเฟิร์นวงศ์ Thelypteridaceae ในภูมิภาค Malesian โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 22 สกุล ต่อมา Boonkerd และ Pollawatn (2000) ได้จัดจำแนกเฟิร์นสกุลนี้ตามแนวทางของ Holttum (1981) พบว่าเฟิร์นสกุล *Thelypteris* ในประเทศไทยเดิมสามารถจำแนกได้เป็นสกุลใหม่ 14 สกุล คือ *Amphineuron*, *Chingia*, *Christella*, *Coryphopteris*, *Cyclosorus*, *Macrothelypteris*, *Mesophlebion*, *Metathelypteris*, *Pneumatopteris*, *Pronephrium*, *Pseudophegopteris*, *Sphaerostephanos*, *Thelypteris* และ *Trigonospora*

2. การศึกษาทางกายวิภาคและสัณฐานวิทยาที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านอนุกรมวิธานของเฟิร์นสกุล *Thelypteris* และพืชกลุ่มใกล้เคียง

Holttum et al. (1970) ศึกษาสัณฐานวิทยาและกายวิภาคเปรียบเทียบชนิดต้นแบบของเฟิร์นสกุล *Thelypteris* Schmidel, *Cyclosorus* Link, *Ampelopteris* Kunze และ *Goniopteris* C. Presl พบว่า ลักษณะที่ใช้ในการจำแนกชนิดพืชเพื่อใช้ในการสร้างรูปวิธานคือ รูปแบบ ตำแหน่ง การกระจายของขน การมีหรือไม่มีขนรูปเข็มหรือขนต่อมบนก้านและตัวของอับสปอร์ ลวดลายบนผนังชั้นนอกของสปอร์ การจัดเรียงตัวของเส้นใบแบบแยกเป็นอิสระหรือสานกันเป็นร่างแหของเส้นใบย่อย จำนวนคู่ของเส้นใบย่อยที่สานกันเป็นร่างแห ลักษณะทางกายวิภาคของลำต้นในรูปแบบการกระจาย และการมีหรือไม่มีเซลล์ผนังหนาของเนื้อเยื่อพื้นฐาน การมีหรือไม่มีสารสะสมภายในท่อลำเลียง จำนวนโครโมโซม เป็นต้น

Van Cotthem (1970) ศึกษาและจำแนกรูปแบบปากใบโดยอาศัยจำนวน รูปร่าง ขนาด โครงสร้าง และตำแหน่งของเซลล์คุมและเซลล์ข้างเซลล์คุมของปากใบได้ 15 รูปแบบ 7 รูปแบบ

ย่อย และพบว่า 5 รูปแบบ 7 รูปแบบย่อย จากทั้งหมดที่พบ เป็นรูปแบบที่พบในเฟิร์น ได้แก่ ไฮโปไซติก (hypocytic) เพอริไซติก (pericytic) เดสโมไซติก (desmocytic) โพลไซติก (polocytic) สเตาโรไซติก (staurocytic) และรูปแบบย่อย ได้แก่ ยูเพอริไซติก (eupericytic) โคเพอริไซติก (copericytic) ดูพลเพอริไซติก (duplopericytic) พาโรโตไซติก (parietocytic) โคพาโรโตไซติก (coparietocytic) แอซิลโลไซติก (axillocytic) และโคแอซิลโลไซติก (coaxillocytic)

Devol และ Lin (1977) ศึกษาลักษณะกายวิภาคของเฟิร์นเพื่อใช้ในการทำรูปวิธานของเฟิร์นในได้หวัน ลักษณะที่สนใจและนำมาใช้ในการศึกษา คือ ก้านใบ โดยใช้ลักษณะต่าง ๆ เช่น จำนวนและรูปร่างของมัดท่อลำเลียง การกระจายของเนื้อเยื่อสเกลอเรนคิมา ลักษณะของท่อลำเลียงน้ำที่ก้านใบ การมีหรือไม่มีของร่องก้านใบ โครงสร้างที่ทำหน้าที่ระบายอากาศ และลักษณะขนและเกล็ด ซึ่งจากการศึกษาพบว่าลักษณะดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการจัดรูปวิธานของพืชกลุ่มเฟิร์นที่พบในได้หวันได้เป็นอย่างดี ต่อมา Mickel (1979) ศึกษาปัญหาที่พบในการจัดรูปวิธานของเฟิร์นในสกุล *Cheilanthes* ซึ่งเป็นเฟิร์นที่มีชนิดเชิงซ้อนภายในสกุลเป็นจำนวนมาก และยังมีคามไม่ชัดเจนในการหาขอบเขตเพื่อใช้ในการจำแนกสกุล โดยศึกษาเฟิร์นที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน 3 สกุล คือ *Cheilanthes*, *Notholaena* และ *Pellaea* พบว่า *Cheilanthes* และ *Notholaena* มีลักษณะที่คล้ายคลึงกันหลายลักษณะ ได้แก่ ลักษณะขอบใบ ก้านใบ ลักษณะกายวิภาคของแผ่นใบ ลักษณะขน ลักษณะสันฐานวิทยาของสปอร์ และจำนวนโครโมโซม และจากการที่ลักษณะเหล่านี้เป็นลักษณะที่มักมีความแปรผันภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มประชากร จึงจัดรวมสกุล *Cheilanthes* และสกุล *Notholaena* เข้าไว้ด้วยกันเป็นสกุล *Cheilanthes* นอกจากนี้มีผู้ศึกษาวิจัยจัดจำแนกชนิดของเฟิร์นในสกุล *Adiantum* โดยอาศัยลักษณะของ xylem strands พบว่าสามารถจัดจำแนกลักษณะของ xylem strands ออกได้เป็น 8 รูปแบบ ซึ่งเป็นลักษณะที่นำมาใช้ในการจัดจำแนกเฟิร์นสกุล *Adiantum* ได้ (Bidin และ Walter, 1985)

Sen และ De (1992) ศึกษาโครงสร้างและพัฒนากาปากใบของพืชกลุ่มเฟิร์นจำนวน 22 วงศ์ 221 ชนิด พบปากใบ 24 รูปแบบ โดย 7 รูปแบบจากทั้งหมดที่พบ เป็นรูปแบบของปากใบที่พบจากการศึกษากลุ่มเฟิร์นในวงศ์ Thelypteridaceae ทั้งหมด 35 ชนิด ได้แก่ โพลไซติก โคโพลไซติก เซพโพลไซติก (seppolocytic) ชูโดโพลไซติก (pseudopolocytic) เฮมิพาราไซติก (hemiparacytic) โคเฮมิพาราไซติก (cohemiparacytic) ชูโดเฮมิพาราไซติก (pseudoheparacytic)

3. การศึกษาโครงสร้างที่ใช้ในการสืบพันธุ์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านอนุกรมวิธานของเฟิร์นสกุล *Thelypteris* และพืชกลุ่มใกล้เคียง

Gastony และ Tryon (1976) ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเฟิร์นในสกุลต่างๆของวงศ์ Cyatheaceae โดยใช้ SEM และ TEM จากการศึกษาพบว่าลักษณะของสปอร์เป็นลักษณะที่มีความเฉพาะตัว การศึกษาข้อมูลของสปอร์สามารถนำไปใช้ในการศึกษาอนุกรมวิธานได้เป็นอย่างดี ในปีเดียวกัน Pearman (1976) ศึกษาสปอร์ของเฟิร์นในสกุล *Cystopteris* Bernh. โดยใช้ SEM พบว่าลักษณะสปอร์ที่ศึกษาสามารถนำมาใช้ในการจัดรูปวิธานได้อย่างมีนัยสำคัญ สปอร์มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกัน ลักษณะสปอร์ที่สำคัญที่นำมาใช้ในการจัดจำแนก คือ ลวดลายของผนัง สปอร์ โดยพบลักษณะที่แตกต่างกัน 5 ลักษณะ สามารถนำมาใช้เป็นลักษณะในการจัดจำแนกเป็น subgenera และในระดับที่ชัดเจนในสกุลเดียวกันได้

ต่อมา Baxendale และ Baxter (1977) ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยา ลักษณะกายวิภาค และลักษณะสปอร์ของเฟิร์นที่สร้างสปอร์ซึ่งเก็บตัวอย่างมาจากเหมืองถ่านหิน พบว่ามีลักษณะของ สปอร์ตรงกับสปอร์เฟิร์นในสกุล *Schizaea* โดยได้เปรียบเทียบกับตัวอย่างแห้งที่มีอยู่ สรุปผลได้ว่าเฟิร์นที่พบนี้เป็นเฟิร์นที่มีลักษณะเหมือนกับเฟิร์นวงศ์ Schizaeaceae นอกจากนี้มีการศึกษาทบทวนเฟิร์นในสกุล *Gymnocarpium* โดยอาศัยลักษณะ exospore และ perispore โดยใช้ LM และ SEM จากตัวอย่าง 8 ชนิด ทำให้สามารถแบ่งกลุ่มเฟิร์นออกเป็นระดับชนิด และ ชนิดย่อย คือ *Gymnocarpium dryopteris* ssp. *disjunctum*, *G. jessoense* ssp. *jessoense*, *G. jessoense* ssp. *parvulum*, และ *G. robertianum* (Sorsa,1980)

Tryon และ Lugardon (1991) ศึกษาสัณฐานวิทยาของสปอร์ของเฟิร์นวงศ์ Thelypteridaceae โดยศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง พบว่าสปอร์มีขนาด 27-65 ไมโครเมตร โดยทั่วไปสปอร์มีรูปร่างรีและมีรอยเชื่อมเดียว ยาว 1/3-1/4 ของความยาวสปอร์ ยกเว้นในสกุลย่อย *Trigonospora* (Holtt.) ที่มีสปอร์รูปคล้ายทรงกลมและมีรอยเชื่อมรูปสามแฉกยาว 1/2-3/4 ของความยาวตามแนวรัศมี ลวดลายบนผนังชั้นนอกเป็นแบบ cristate, tuberculate, winged, echinate, papillate และ reticulate

ที่ผ่านมามีการศึกษาอนุกรมวิธานเฟิร์นสกุล *Thelypteris* ส่วนใหญ่จะเน้นศึกษาเฉพาะลักษณะทางสัณฐานวิทยาเพียงอย่างเดียว ซึ่งพบว่าเป็นลักษณะที่มีความผันแปรค่อนข้างมาก ดังนั้นการนำความรู้ทางด้านกายวิภาคและสัณฐานวิทยาของสปอร์มาใช้ประกอบในการพิจารณา จะทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานของเฟิร์นสกุล *Thelypteris* ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น สามารถนำไปใช้ในการจัดจำแนกเฟิร์นสกุลนี้ให้มีความถูกต้องเหมาะสมมากยิ่งขึ้น รวมถึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในงานด้านอื่นๆ ต่อไป

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของเฟิร์นสกุล *Thelypteris* Schmidel

เฟิร์นในสกุล *Thelypteris* Schmidel เป็นเฟิร์นที่พบขึ้นทั้งในป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา ใกล้เคียงน้ำไหล บริเวณกลางแจ้ง หรือค่อนข้างร่ม บริเวณไหล่เขา ขึ้นบนดิน ตามก้อนหินที่มีโคลน บนหินปูน ขึ้นในคูข้างถนน หนองน้ำ บนพื้นที่ราบจนถึงบนภูเขาสูง บางชนิดเป็นเฟิร์นอิงอาศัย บางชนิดขึ้นจำเพาะเจาะจงในลักษณะนิเวศวิทยาอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ลำต้น เป็นเหง้า (rhizome) ทอดเลื้อยสั้น (short creeping) ทอดเลื้อยยาว (long creeping) หรือตั้งตรง (erect) พบน้อยที่เป็นไม้รื้อเลื้อย (scandent) บนผิวของเหง้ามีเกล็ด (scale) เกล็ดค่อนข้างบาง เป็นแบบกั้นเปิด (not peltate) ขอบของเกล็ด หรือผิวเกล็ดมีขนเซลล์เดี่ยว (unicellular hair) รูปเข็ม (acicular) หรือรูปต่อม (glandular) ไม่มีรอยต่อระหว่างลำต้นกับก้านใบ ก้านใบ (stipe) มีกลุ่มเนื้อเยื่อท่อลำเลียงบริเวณโคนก้านใบจำนวน 2 กลุ่ม หรือมัด มีรูปคล้ายเกือกม้า (hippocampus-shaped) ตอนปลายก้านใบมีการเชื่อมกันของมัดท่อลำเลียงมีรูปคล้ายตัวอักษรยู (u-shaped) ใบ (frond) ประกอบแบบขนนกชั้นเดียว ใบย่อยหยักมน (crenate) หรือเป็นแฉก พบน้อยที่เป็นใบเดี่ยว หรือใบประกอบแบบขนนกสองชั้น ใบย่อยคู่ล่างสุด ด้านสู่ส่วนโคนไม่ขยายใหญ่ ปลายแผ่นใบรูปสามเหลี่ยม เป็นแฉก ค่อยๆแคบเข้าสู่ปลายใบ พบบ้างที่มีรูปคล้ายแผ่นใบย่อย ใบย่อยคู่ล่างๆมักลดขนาดลง หรือฝ่อไป อาจพบช่องอากาศ (aerophore) รูปกลม หรือยี่ดียวบริเวณฐานใบย่อย หรือพบเนื้อเยื่อโปร่งแสง (translucent membrane) บริเวณฐานส่วนเว้าลึกที่เชื่อมระหว่างพูของใบย่อย เส้นใบแบบขนนก เส้นใบย่อยเกิดเดี่ยว หรือแตกเป็นคู่ (fork) แยกเป็นอิสระ หรือโค้งจรดกัน (anastomosing) กลุ่มอับสปอร์ (sorus) รูปกลม (round) หรือบางครั้งยี่ดียว (elongate) เกิดบนเส้นใบย่อย มีเยื่อคลุมกลุ่มอับสปอร์รูปไต (reniform) หรือไม่มี เกลี้ยง หรือมีขน หรือมีต่อม (gland) อับสปอร์ (sporangium) มีขนแข็งสั้นรูปเข็ม หรือมีต่อมใกล้แอนนูลัส (annulus) ก้านชูอับสปอร์ (sporangium-stalk) ยาว มักมีขนรูปเข็มหรือรูปต่อม กลม จนถึงไร้ก้าน (sessile) สปอร์ (spore) มีรอยเชื่อมเดี่ยว (monolete) บางชนิดมีรอยเชื่อมสามแฉก (trilete) ลวดลายบนผนังชั้นนอกของเยื่อหุ้มสปอร์มีหลากหลายรูปแบบ (Holttum, 1981; Smith, 1990; Khullar, 2000)