



บทที่ 5

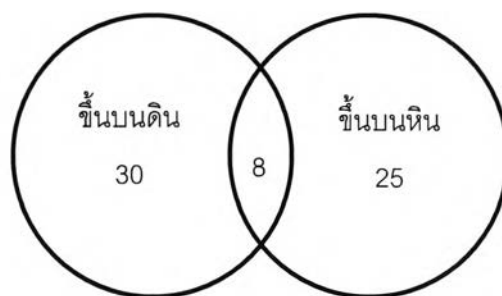
อภิปรายผลการศึกษา

5.1 ความหลากหลายของเทอริโดไฟต์

การศึกษาคความหลากหลายของเทอริโดไฟต์บนภูเขาหินปูน ในเขตพื้นที่วนอุทยานผางาม และพื้นที่เขาหินปูนใกล้เคียง ในเขตอำเภอหนองหิน และอำเภอผาขาว จังหวัดเลย จำนวน 8 ครั้ง ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 ทั้งหมด 16 เส้นทาง เก็บตัวอย่างเทอริโดไฟต์ได้จำนวนทั้งสิ้น 134 ตัวอย่าง สามารถจำแนกได้ 63 ชนิด ใน 14 วงศ์ 29 สกุล ในจำนวนนี้พบไลโคไฟต์ (Lycophyte) เพียง 1 สกุล คือ *Selaginella* ซึ่งสามารถจำแนกได้ 4 ชนิด ชนิดที่น่าสนใจคือ *Selaginella mairei* H. Lév. และ *Selaginella pulvinata* (Hook. & Grev.) Maxim. เทอริโดไฟต์ที่เหลือเป็นเฟิร์น (Ferns) จำนวน 59 ชนิดใน 28 สกุล 13 วงศ์ วงศ์ที่พบความหลากหลายของชนิดมากเรียงตามลำดับคือ Pteridaceae พบ 17 ชนิด ใน 6 สกุล Polypodiaceae พบ 11 ชนิด ใน 5 สกุล และ Tectariaceae พบ 8 ชนิด ใน 2 สกุล

5.1.1 ความหลากหลายของเทอริโดไฟต์ตามลักษณะถิ่นอาศัย

ลักษณะถิ่นอาศัยของเทอริโดไฟต์ที่พบบนภูเขาหินปูน ในเขตพื้นที่วนอุทยานผางาม และพื้นที่เขาหินปูนใกล้เคียง ในเขตอำเภอหนองหิน และอำเภอผาขาว จังหวัดเลย มี 3 แบบ คือ ขึ้นบนดิน (terrestrials) ขึ้นบนหิน (lithophytes) และขึ้นได้ทั้งบนดินและบนหิน (ภาพที่ 5.1)



ภาพที่ 5.1 จำนวนชนิดของเทอริโดไฟต์จำแนกตามลักษณะถิ่นอาศัย

กลุ่มที่ขึ้นบนดิน

เทอริโดไฟต์ที่พบขึ้นบนดินมีทั้งหมด 30 ชนิด สามารถจัดจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 เป็นเทอริโดไฟต์กลุ่มที่ชอบขึ้นบนดินที่มีอิวมัส หรือเป็นที่ชื้นแฉะ บริเวณริมลำธารใกล้ น้ำตก ในบริเวณที่กึ่งร่ม มีแสงแดดส่องถึงไม่มาก ได้แก่ *Selaginella helferi*, *Microlepia puberula*, *Macrothelypteris torresiana*, *Cyclosorus nudatus*, *Cyclosorus truncatus* และ *Diplazium esculentum*

กลุ่มที่ 2 เป็นเทอริโดไฟต์กลุ่มที่ชอบขึ้นบนดินที่มีอิวมัสมากหรือสลายมาจากหินปูน และมีความชื้น พบบริเวณทางลาดชันหรือไหล่ทางระหว่างทางเดินขึ้นเขาหินปูนในบริเวณที่กึ่งร่ม ได้แก่ *Ophioglossum petiolatum*, *Lygodium flexuosum*, *Adiantum malesianum*, *Adiantum philippense*, *Adiantum soboliferum*, *Adiantum zollingeri*, *Parahemionitis cordata*, *Pteris biaurita*, *Pteris decrescens*, *Pteris ensiformis*, *Pteris venusta*, *Pteris vittata*, *Hymenasplenium excisum*, *Cyclosorus dentatus*, *Cyclosorus opulentus*, *Cyclosorus papilio*, *Cyclosorus subelatus*, *Athyrium cumingianum*, *Arthropteris palisotii*, *Tectaria impressa*, *Tectaria simonsii*, *Tectaria* sp. 1 และ *Tectaria* sp. 2

กลุ่มที่ขึ้นบนหิน

เทอริโดไฟต์ที่พบขึ้นบนหินมีทั้งหมด 25 ชนิด เทอริโดไฟต์ที่ขึ้นบนหินส่วนมากพบในร่องตามรอยแตกของหินปูนที่มีอิวมัสหรือบนหินปูนที่เรียบเกลี้ยง ในบริเวณที่ได้รับแสงแตกต่างกัน จัดจำแนกเป็นกลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มของเทอริโดไฟต์ที่ชอบขึ้นในร่องหรือตามรอยแตกของหินปูนที่มีอิวมัส บริเวณที่กลางแจ้ง มีแสงส่องถึงมาก ได้แก่ *Selaginella pulvinata* ซึ่งจะพบได้ที่บริเวณหน้าผาหินปูน *Cheilanthes fragilis*, *Asplenium calcarum*, *Asplenium confusum* และ *Wibelia denticulata*

2. กลุ่มของเทอริโดไฟต์ที่ชอบขึ้นในร่องหรือตามรอยแตกของหินปูนที่มีอิวมัส ในบริเวณที่กึ่งร่ม มีแสงส่องถึงไม่มาก หรืออยู่ใต้ร่มเงาต้นไม้อื่น ได้แก่ *Adiantum capillus-junonis*, *Antrophyum callifolium* พบชอบขึ้นตามรอยแตกของหินปูนบริเวณที่มีมอสส์ปกคลุม และมีความชุ่มชื้น *Calciphlopteris ludens* จะชอบขึ้นในซอกหินปูนที่มีอิวมัสมาก *Hypodematiium crenatum* ชอบขึ้นบริเวณที่หินปูนถูกน้ำกัดกร่อนจนร่วน *Polystichum lindsaeifolium* สามารถพบได้ตามหน้าผาหินปูนที่มีรอยแตก *Nephrolepis falciformis* และ *Goniophlebium subauriculatum* 2 ชนิดนี้พบขึ้นอยู่ใกล้ๆ กัน *Leptochilus ellipticus* และ *Phymatosorus cuspidatus*

3. กลุ่มของเทอริโดไฟต์ที่ชอบขึ้นบนหินปูนที่เรียบเกลี้ยง หรือผ่นหินปูน บริเวณที่กึ่งร่ม มีแสงส่องถึงไม่มาก หรืออยู่ใต้ร่มเงาของต้นไม้อื่น ได้แก่ *Didymoglossum bimarginatum*, *Didymoglossum*

sublimbatum, *Adiantum membranifolium* 3 ชนิดนี้จะพบได้ตามผนังหินปูนที่อุกร่อน และมีความชื้นสูง *Drynaria rigidula*, *Pyrrosia piloselloides*, *Platycterium holttumii*

4. กลุ่มของเทอริโดไฟต์ที่ชอบขึ้นบนหินปูนที่เรียบเกลี้ยง หรือตามรอยแตกหินปูนที่มีอิฐมัด บริเวณที่ร่มได้รับแสงน้อยไปจนถึงบริเวณที่กลางแจ้ง มีแสงส่องถึงมาก ได้แก่ *Drynaria bonii* และ *Pyrrosia lanceolata*, *Pyrrosia porosa* var. *tonkinensis*

5. กลุ่มของเทอริโดไฟต์ที่ชอบขึ้นในร่องหรือตามรอยแตกของหินปูนที่มีอิฐมัดมาก และสามารถพบได้ตั้งแต่บริเวณที่ร่มได้รับแสงน้อยไปจนถึงบริเวณที่กลางแจ้ง มีแสงส่องถึงมาก คือ *Microsorium punctatum* และ *Pyrrosia stigmosa*

กลุ่มที่ขึ้นได้ทั้งบนดินและบนหิน

เทอริโดไฟต์ที่ขึ้นได้ทั้งบนดินและบนหินพบทั้งหมด 8 ชนิด พบว่า *Selaginella mairei* จะชอบขึ้นบนดิน และในร่องหินที่มีอิฐมัด บริเวณที่กึ่งร่มถึงกลางแจ้ง *Selaginella repanda* จะพบขึ้นบนดิน และตามรอยแตกของหินปูนที่มีอิฐมัด บริเวณที่มีแสงส่องถึง บริเวณริมลำธารใกล้หน้าตก ในบริเวณที่กึ่งร่ม จะพบ *Adiantum capillus-veneris* ขึ้นอยู่บนดินที่สลายมาจากหินปูน และตามรอยแตกของหินปูนที่มีอิฐมัดมาก บริเวณใกล้ๆ กันจะพบ *Tectaria rockii* ที่ขึ้นอยู่บนดินหรือแอ่งหินที่มีความชื้น เมื่อสำรวจในถ้ำที่มีความชื้นมากจะพบ *Asplenium cardiophyllum* ขึ้นอยู่ในแอ่งหินปูนที่มีอิฐมัดมาก หรือขึ้นอยู่บนดินที่สลายมาจากหินปูน และ *Tectaria devexa* ขึ้นอยู่บนดินร่วนซุยที่เกิดจากการสลายของหินปูน หรือขึ้นอยู่ตามรอยแตกของหินปูน นอกจากนี้ บนดินที่สลายมาจากหินปูน หรือในแอ่งหินที่มีอิฐมัดมากจะพบ *Asplenium humbertii* ซึ่งชอบอยู่ในร่มถึงกึ่งร่ม ได้ร่มเงาของต้นไม้อื่น แต่ *Adiantum caudatum* ชอบอยู่ในบริเวณกึ่งร่มถึงกลางแจ้ง

5.1.2 เทอริโดไฟต์ที่พบได้ยากบนเขาหินปูน

เทอริโดไฟต์ที่พบได้ยากบนเขาหินปูน เช่น *Selaginella pulvinata* (Hook. & Grev.) พบบริเวณหน้าผาหินปูน ที่มีความสูงจากพื้นล่างประมาณ 10 ม. และพบเพียง 3 ต้นเท่านั้น *Didymoglossum bimarginatum* (Bosch) Ebihara & K.Iwats. ขึ้นบนผนังหินปูนที่ถูกกัดกร่อน และมีความชื้นมาก พบเพียงหนึ่งกลุ่มประชากรเท่านั้น *Adiantum capillus-junonis* Rupr. พบตามรอยแตกของหินปูน *Adiantum membranifolium* S.Linds. & Suksathan ขึ้นบนผนังหินปูนที่อยู่ระหว่างทางเส้นทางสวนห้อม-ผาปอง และ *Asplenium cardiophyllum* (Hance) Baker อยู่ในถ้ำที่มีความชื้นและมีแสงส่องถึงเล็กน้อย ซึ่งพบเพียงหนึ่งกลุ่มประชากรเท่านั้น เทอริโดไฟต์ทุกชนิดพบเพียงครั้งเดียวเท่านั้น

5.1.3 เทอริโดไฟต์ถิ่นเดียวของประเทศไทยชนิดใหม่ที่พบบนเขาหินปูน

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่าง เพื่อนำไปสู่การหาชื่อวิทยาศาสตร์ของเทอริโดไฟต์ พบว่ามีเฟิร์นหนึ่งชนิดที่เป็นเฟิร์นชนิดใหม่ และเป็นเฟิร์นถิ่นเดียวของประเทศไทย คือ *Asplenium calcarum* Boonkerd (ined) ชอบขึ้นในร่องหินปูนที่มีอิฐมีสมาก ในที่ที่ร่มมีแสงแดดส่องถึงบางเวลา พบเป็นจำนวนมาก ในทุกเส้นทางที่สำรวจ

5.1.4 เทอริโดไฟต์ที่พบครั้งแรกในประเทศไทย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้พบไลโคไฟต์ ชนิดที่เป็นชนิดใหม่ของประเทศไทย (new record) คือ *Selaginella mairei* H. Lév. ไลโคไฟต์ชนิดนี้ในช่วงฤดูฝนจะเห็นใบสีเขียวเหลือบสีน้ำเงิน (iridescent blue green) สวยงาม แต่ในช่วงฤดูแล้งจะปรับตัวหนีแล้งโดยมีการบิด ม้วนงอของกิ่งเพื่อลดพื้นที่ผิวของการคายน้ำ หลังจากได้รับความชื้นที่เหมาะสมกิ่งจะกางออกฟื้นคืนสู่สภาพปกติ

นอกจากนี้ยังพบเฟิร์นชนิดใหม่ของประเทศไทย 2 ชนิด คือ *Adiantum capillus-junonis* Rupr. พบขึ้นตามรอยแตกของหน้าผาหินปูน ในบริเวณที่มีแสงแดดส่องถึง ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 450-600 ม. ก่อนหน้านี้มีรายงานการพบที่ประเทศญี่ปุ่น ประเทศจีน เกาหลีใต้หวัน ซึ่งปกติจะพบบริเวณรอยแตกของหินปูน บริเวณที่ร่มและมีความชื้น ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 300-2,500 ม. (Boonkerd and Pollawatn, 2011) และ *Asplenium cardiophyllum* (Hance) Baker พบขึ้นบนหินปูนที่มีอิฐมีสมาก หรือบนดินที่สลายมาจากหินปูน บริเวณที่มีความชื้นมาก ในที่ร่ม ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 430 ม. ก่อนหน้านี้มีรายงานการพบทางใต้ของประเทศจีน ทางตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศญี่ปุ่น และตะวันออกเฉียงใต้ของเวียดนาม ปกติพบขึ้นบนหินหรือดินทรายที่มีความชื้น บริเวณริมลำธาร (Boonkerd and Pollawatn, 2012) เฟิร์นทั้ง 2 ชนิด ได้รับการตีพิมพ์บทความวิจัยเป็นเฟิร์นชนิดใหม่ของประเทศไทยไปแล้วทั้ง 2 ชนิด เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาส่วนหนึ่งของโครงการเขาหินปูนที่ได้รับการสนับสนุนทุนการศึกษาจากโครงการมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ซึ่งมีความจำเป็นต้องตีพิมพ์ผลงานวิจัยเพื่อรายงานผลความก้าวหน้าของโครงการ แต่เฟิร์นทั้ง 2 ชนิด พบครั้งแรกในเขตพื้นที่วนอุทยานผางาม และพื้นที่เขาหินปูนใกล้เคียง ในเขตอำเภอหนองหิน และอำเภอผาขาว จังหวัดเลยจึงได้นำข้อมูลมารวมไว้ในผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ด้วย

5.1.5 เทอริโดไฟต์ที่ยังไม่สามารถระบุชนิดได้

จากการตรวจหาชื่อวิทยาศาสตร์ของเทอริโดไฟต์โดยใช้เอกสารทางอนุกรมวิธานของประเทศไทยและเอกสารที่เกี่ยวข้องจากประเทศไทยใกล้เคียงแล้ว พบว่าการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีเทอริโดไฟต์ที่ยังไม่สามารถระบุชนิดได้ 2 ชนิด คือ

1. *Tectaria* sp. 1 ขึ้นบนดินที่ชื้นแฉะ หรือขึ้นตามรอยแตกของหินปูนที่มีอิฐมวลมาก ในที่ร่มหรือที่มีแสงแดดส่องถึง มีลำต้นเกาะเลื้อยสั้นกึ่งตั้งตรง ใบเป็นใบประกอบแบบขนนกหนึ่งชั้น รูปกึ่งสามเหลี่ยม ใบย่อยที่ปลาย โคนหยักเว้าลึก คล้ายรูปตัวที แกนกลางใบประกอบ ก้านใบย่อยและเส้นกลางใบ มีขนอ่อนนุ่มปกคลุมที่ด้านบน เส้นใบหลักมีขนอ่อนปกคลุมที่ด้านล่าง กลุ่มอับสปอร์รูปกลม เกิดเฉพาะบริเวณใกล้ขอบใบ เรียงเป็นหนึ่งแถวอย่างไม่เป็นระเบียบขนานเส้นใบหลัก

2. *Tectaria* sp. 2 ขึ้นบนดินที่สลายมาจากหินปูน บริเวณที่กึ่งกลางแจ้ง ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 750-820 ม. มีลำต้นเกาะเลื้อยยาว ก้านใบสีน้ำตาล ใบเป็นใบประกอบแบบขนนกหนึ่งถึงสองชั้น ใบย่อยชั้นที่หนึ่ง คู่ล่างสุดมักหยักเว้าลึก และเป็นใบประกอบ ใบย่อยคู่ที่อยู่เหนือขึ้นมาเป็นใบเดี่ยว ใบย่อยที่ปลายแผ่นใบ รูปรีแกมรูปสามเหลี่ยม ฐานเป็นพู มีขนที่ขอบใบ แกนกลางใบประกอบ แกนกลางใบย่อยและเส้นกลางมีขนอ่อนนุ่มปกคลุมด้านบน ด้านล่างเรียบเกลี้ยง เส้นใบหลักชูขึ้นทั้งสองด้าน เส้นใบย่อยมีขนปกคลุมประปรายทั้งสองด้าน กลุ่มอับสปอร์รูปกลม เกิดเฉพาะบริเวณใกล้ขอบใบ

5.1.6 เทอริโดไฟต์กับการกระจายพันธุ์ในพื้นที่ใหม่

การสำรวจและศึกษาเกี่ยวกับการกระจายพันธุ์ของเทอริโดไฟต์ในพื้นที่เขาหินปูนบริเวณนี้ พบ *Selaginella pulvinata* (Hook. & Grev.) Maxim. พบตามรอยแตกของหน้าผาหินปูนที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 700 ม. ซึ่งการพบครั้งนี้เป็นการพบครั้งแรกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ที่ระดับความสูงค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการพบพืชชนิดนี้เพียงแห่งเดียวคือที่ดอยเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 2,000 ม. (Tagawa and Iwatsuki, 1979)

5.1.7 เปรียบเทียบความหลากหลายของเทอริโดไฟต์กับพื้นที่เขาหินปูนใกล้เคียง

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความหลากหลายของเทอริโดไฟต์ในอดีตที่ผ่านมาพบว่า ก่อนหน้านี้มีการศึกษาความหลากหลายของเทอริโดไฟต์ในพื้นที่ที่เป็นเขาหินปูนบริเวณใกล้เคียง ทั้งในจังหวัดเลย และจังหวัดอื่น ที่อยู่ใกล้เคียง เช่น บริเวณอุทยานแห่งชาติภูผาม่าน วนอุทยานถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยเชียงดาว

อุทยานแห่งชาติภูผาม่าน

อุทยานแห่งชาติภูผาม่าน ตั้งอยู่บริเวณพื้นที่ป่าดงลาน ตำบลนาหนองทุ่ม อำเภอชุมแพ ตำบลห้วยม่วง ตำบลวังสวาบ ตำบลนาฝาย ตำบลภูผาม่าน อำเภอภูผาม่าน จังหวัดขอนแก่น และตำบลภูกระดึง ตำบลศรีฐาน อำเภอภูกระดึง จังหวัดเลย มีเนื้อที่ประมาณ 350 ตร.กม. สภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่ เป็นเทือกเขาหินปูนที่มีความสูงชันสลับซับซ้อนเป็นแนวยาวสลับกับที่ราบลุ่มเชิงเขาสูงจากระดับทะเลปานกลางประมาณ 200 - 1,000 ม. เป็นแนวเทือกเขาทอดยาวจากอุทยานแห่งชาติน้ำหนาวกันแดนระหว่างอำเภอภูกระดึง จังหวัดเลย และอำเภอภูผาม่าน อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น (อุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2556) มีการสำรวจความหลากหลายของพรรณพืช โดย มณฑล นอแสงศรี และคณะ (2554) พบพรรณไม้ทั้งหมดจำนวน 962 ชนิด จัดเป็นพืชกลุ่มเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์น 40 ชนิด (มณฑล นอแสงศรี และคณะ, 2554) และ วลีณี ไชว์พันธุ์ และคณะ (2554) จำแนกความหลากหลายของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นได้ 38 ชนิด ใน 23 สกุล และ 13 วงศ์ ในจำนวนนี้จัดเป็นพืชใกล้เคียงเฟิร์น 3 ชนิด ใน 2 สกุล 2 วงศ์ และเป็นเฟิร์น 35 ชนิด ใน 21 สกุล 11 วงศ์

วนอุทยานถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน

วนอุทยานถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน ตั้งอยู่ในอำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย มีเนื้อที่ประมาณ 8 ตร.กม. พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเขาหินปูนกับร่องห้วย มีความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 400-1,300 ม. โดยในปี 2555 มณฑล นอแสงศรี และคณะ ได้ศึกษาความหลากหลายของพรรณพืชในบริเวณนี้ พบพรรณไม้จำนวน 355 ชนิด ใน 239 สกุล 96 วงศ์ เป็นกลุ่มเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์น 36 ชนิด ใน 18 สกุล 11 วงศ์

ดอยเชียงดาว

ดอยเชียงดาว ตั้งอยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยเชียงดาว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ มีเนื้อที่ประมาณ 60 ตร.กม. เป็นภูเขาที่สูงเป็นอันดับที่ 3 ของประเทศไทย ลักษณะเด่นทางธรณีวิทยา คือ เป็นภูเขาหินปูนล้วนทั้งลูก ตั้งแต่ยุคเพอร์เมียน ลักษณะคล้ายรูปเกือกม้า มีหน้าผาชัน 45-70 องศา โดยรอบบริเวณสันเขา เป็นพื้นที่เปิดโล่งแคบๆ ประกอบด้วยหินแหลมคมมากมาย จากการผุกร่อนตามธรรมชาติโดยลมและน้ำ ตามยอดเขาและสันเขา จึงไม่พบพื้นดินอยู่เลย บริเวณแอ่งและซอกหินมีอินทรีย์วัตถุและดินบ้าง และเนื่องจากมีพื้นที่ที่มีระดับความสูงแตกต่างกันมาก ดอยเชียงดาวจึงประกอบด้วยสังคมพืชหลายแบบ (ปิยเกษตร สุขสถาน, 2541) ดังนั้นดอยเชียงดาวจึงเป็นพื้นที่ที่มีความน่าสนใจศึกษาความหลากหลายของพรรณพืช โดยในปี 2541 ปิยเกษตร สุขสถาน ได้มีการศึกษาอนุกรมวิธาน นิเวศวิทยา พืชกลุ่มเฟิร์นที่เป็นพืชอิงอาศัยและพืชเกาะหิน บริเวณดอยเชียงดาว ทำให้พบเฟิร์นอิงอาศัยและเกาะหิน จำนวน 84 ชนิด ใน 35 สกุล 14 วงศ์ (ปิยเกษตร สุขสถาน, 2541)

ตารางที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบชนิดของเทอริโดไฟต์ในพื้นที่ศึกษากับพื้นที่ที่เป็นเขานินปูนใกล้เคียง
หมายเหตุ "-" หมายถึง ไม่พบเทอริโดไฟต์ชนิดนี้, "✓" หมายถึงพบเทอริโดไฟต์ชนิดนี้

Family/Species	ภูผาม่าน	ดอยเชียงดาว
Selaginellaceae		
<i>Selaginella helferi</i> Warb	-	-
<i>Selaginella mairei</i> H. Lév.	-	-
<i>Selaginella pulvinata</i> (Hook. & Grev.) Maxim.	-	✓
<i>Selaginella repanda</i> (Desv. ex Poir.) Spring	-	-
Ophioglossaceae		
<i>Ophioglossum petiolatum</i> Hook.	-	-
Hymenophyllaceae		
<i>Didymoglossum bimarginatum</i> (Bosch) Ebihara & K.Iwats.	-	-
<i>Didymoglossum sublimbatum</i> (Mull.Berol.) Ebihara & K.Iwats.	-	-
Lygodiaceae		
<i>Lygodium flexuosum</i> (L.) Sw.	✓	-
Dennstaedtiaceae		
<i>Microlepia puberula</i> Alderw.	-	-
Pteridaceae		
<i>Adiantum capillus-junonis</i> Rupr.	-	-
<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	✓	-
<i>Adiantum caudatum</i> L.	✓	✓
<i>Adiantum malesianum</i> J. Ghatak	-	-

Family/Species	ภูผาม่าน	ดอยเชียงดาว
Pteridaceae (ต่อ)		
<i>Adiantum membranifolium</i> S.Linds. & Suksathan	-	-
<i>Adiantum philippense</i> L.	✓	✓
<i>Adiantum soboliferum</i> Wall. ex Hook.	-	-
<i>Adiantum zollingeri</i> Mett. ex Kuhn	✓	✓
<i>Antrophyum callifolium</i> Blume	-	-
<i>Cheilanthes fragilis</i> Hook.	-	-
<i>Calciphlopteris ludens</i> (Wall. ex Hook.) Yesilyurt & H.Schneider	✓	-
<i>Parahemionitis cordata</i> (Roxb. ex Hook. & Grev.) Fraser-Jenk.	✓	-
<i>Pteris biaurita</i> L.	✓	-
<i>Pteris decrescens</i> Christ	-	-
<i>Pteris ensiformis</i> Burm.f.	✓	-
<i>Pteris venusta</i> Kunze	✓	-
<i>Pteris vittata</i> L.	✓	-
Aspleniaceae		
<i>Asplenium calcarum</i> Boonkerd (ined)	-	-
<i>Asplenium cardiophyllum</i> (Hance) Baker	-	-
<i>Asplenium confusum</i> Tardieu & Ching	✓	-
<i>Asplenium humbertii</i> Tardieu	-	✓
<i>Hymenasplenium excisum</i> (C.Presl) S.Linds.	-	-
Thelypteridaceae		
<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaudich.) Ching	✓	-
<i>Cyclosorus dentatus</i> (Forssk.) Ching	-	-
<i>Cyclosorus nudatus</i> (Roxb.) B.K.Nayar & Kaur	-	-

Family/Species	ภูผาม่าน	ดอยเชียงดาว
Thelypteridaceae (ต่อ)		
<i>Cyclosorus opulentus</i> (Kaulf.) Nakaike	-	-
<i>Cyclosorus papilio</i> (C.Hope) Ching	-	-
<i>Cyclosorus subelatus</i> (Baker) Ching	-	-
<i>Cyclosorus truncatus</i> (Poir.) Farw.	-	-
Woodsiaceae		
<i>Diplazium esculentum</i> (Retz.) Sw.	✓	-
<i>Athyrium cumingianum</i> (C.Presl) Milde	✓	-
Dryopteridaceae		
<i>Hypodematium crenatum</i> (Forssk.) Kuhn	-	✓
<i>Polystichum lindsaeifolium</i> Scort. ex Ridl.	-	✓
Lomariopsidaceae		
<i>Nephrolepis falciformis</i> J.Sm.	-	✓
Tectariaceae		
<i>Arthropteris palisotii</i> (Desv.) Alston	-	-
<i>Tectaria devexa</i> (Kunze) Copel.	-	-
<i>Tectaria fuscipes</i> (Wall. ex Bedd.) C.Chr.	-	-
<i>Tectaria impressa</i> (Fee) Holttum	-	-
<i>Tectaria rockii</i> C.Chr.	-	-
<i>Tectaria simonsii</i> (Baker) Ching	-	-
<i>Tectaria</i> sp. 1	-	-
<i>Tectaria</i> sp. 2	-	-

Family/Species	ภูผาม่าน	ดอยเชียงดาว
Davalliaceae		
<i>Wibelia denticulata</i> (Burm.f.) M.Kato & Tsutsumi	-	-
Polypodiaceae		
<i>Leptochilus ellipticus</i> (Thunb.) Noot.	✓	-
<i>Drynaria bonii</i> Christ	✓	-
<i>Drynaria rigidula</i> (Sw.) Bedd.	-	-
<i>Goniophlebium subauriculatum</i> (Blume) C.Presl	-	✓
<i>Phymatosorus cuspidatus</i> (D.Don) Pic.Serm.	-	-
<i>Microsorium punctatum</i> (L.) Copel.	✓	✓
<i>Pyrrhosia lanceolata</i> (L.) Farw.	✓	✓
<i>Pyrrhosia porosa</i> (C.Presl) Hovenkamp var. <i>tonkinensis</i> (Giesenh.) Ching	-	-
<i>Pyrrhosia piloselloides</i> (L.) M.G.Price	-	-
<i>Pyrrhosia stigmosa</i> (Sw.) Ching	✓	✓
<i>Platyserium holttumii</i> de Jonch. & Hennipman	-	-

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบจำนวนของเทอริโดไฟต์ในพื้นที่ศึกษา กับพื้นที่ที่เป็นเขาหินปูนบริเวณใกล้เคียง

	สวนหินผางาม	ภูผาม่าน	ถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน	ดอยเชียงดาว
ความสูงจากระดับน้ำทะเล (ม.)	500-850	200 - 800	400-1,300	400-2,225
พื้นที่ (ตร. กม.)	14.4	350	8	60
จำนวนชนิด	63	38	35	84
จำนวนสกุล	29	23	18	35
จำนวนวงศ์	14	13	11	14

จากการเปรียบเทียบความหลากหลายของเทอริโดไฟต์บริเวณภูเขาหินปูนในอำเภอหนองหิน และอำเภอผาขาว จังหวัดเลยกับพื้นที่ที่เป็นเขาหินปูนบริเวณใกล้เคียง พบว่าความหลากหลายชนิดของเทอริโดไฟต์ในพื้นที่ศึกษามีความคล้ายคลึงกับบริเวณอุทยานแห่งชาติภูผาม่านมากกว่าดอยเชียงดาว (ตารางที่ 5.1) ทั้งนี้เนื่องจากทั้งสองพื้นที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่ใกล้กัน และมีการศึกษาความหลากหลายของเทอริโดไฟต์ในหลายลักษณะถิ่นอาศัยจึงพบเทอริโดไฟต์ชนิดที่คล้ายคลึงกันซึ่งส่วนใหญ่เป็นชนิดที่สามารถพบได้ทั่วไปทั้งบนดินและบนหินปูน แต่สำหรับบริเวณดอยเชียงดาว เป็นภูเขาที่สูงเป็นอันดับที่ 3 ของประเทศไทย และมีพื้นที่ที่มีระดับความสูงแตกต่างกันมาก จึงประกอบด้วยสังคมพืชและระบบนิเวศหลายแบบ ทำให้เทอริโดไฟต์ที่พบมีความหลากหลาย ทั้งชนิดที่สามารถพบได้ทั่วไปและชนิดที่มีความจำเพาะต่อระบบนิเวศที่แตกต่างกัน จึงทำให้ความหลากหลายชนิดของเทอริโดไฟต์มีความคล้ายคลึงกันน้อยกว่าบริเวณอุทยานแห่งชาติภูผาม่าน

5.2 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของเฟิร์นที่ศึกษา

ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของเฟิร์นชนิดที่นำมาศึกษา โดยรวมมีลักษณะสอดคล้องกับการศึกษาในเฟิร์นก่อนหน้านี้ เช่น *Adiantum malesianum* มีลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของลำต้น ได้แก่ เนื้อเยื่อชั้นผิว ระบบเนื้อเยื่อพื้นและระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง และลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของแผ่นใบ ได้แก่ ลักษณะของเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนและด้านล่าง เซลล์พาราคีมาภายในแผ่นใบ และตำแหน่งของปากใบ สอดคล้องกับการศึกษาของ Bower (1928); Gracano *et al.* (2001); Murtaza (2006) *Antrophyum callifolium* มีลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของลำต้น ได้แก่ เนื้อเยื่อชั้นผิว ระบบเนื้อเยื่อพื้นและระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง และลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของแผ่นใบ ได้แก่ ลักษณะของเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนและด้านล่าง เซลล์พาราคีมาภายในแผ่นใบ และตำแหน่งของปากใบ สอดคล้องกับการศึกษาของ Bower (1928); Rao (1966) *Microsorium punctatum* มีลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของลำต้น ได้แก่ เนื้อเยื่อชั้นผิว ระบบเนื้อเยื่อพื้นและระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง และลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของแผ่นใบ ได้แก่ ลักษณะของเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนและด้านล่าง เซลล์พาราคีมาภายในแผ่นใบ และตำแหน่งของปากใบ สอดคล้องกับการศึกษาของ Bosman (1991) *Pyrrosia lanceolata* และ *Pyrrosia stigmosa* มีลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของลำต้น ได้แก่ เนื้อเยื่อชั้นผิว ระบบเนื้อเยื่อพื้นและระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง และลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของแผ่นใบ ได้แก่ ลักษณะของเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนและด้านล่าง เซลล์พาราคีมาภายในแผ่นใบ รูปแบบและตำแหน่งของปากใบ สอดคล้องกับการศึกษาของ Hovenkamp (1986) และ กนกอร โคตรนนท์ (2545) และรูปแบบของปากใบของเฟิร์นทุกชนิดที่นำมาศึกษามีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Cotthem (1970)

5.2.1 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของลำต้น

5.2.1.1 ชั้นสเกลอเรงคิมา

จากการศึกษาพบว่า มีเฟิร์นเพียง 2 ชนิดเท่านั้น คือ *Adiantum malesianum* และ *Pyrrosia lanceolata* ที่มีชั้นของสเกลอเรงคิมาเรียงยาวขนานกับผิวลำต้นต่อเนื่องกันเป็นแถวในคอร์เทกซ์ของลำต้น และจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนความหนาของชั้นสเกลอเรงคิมาของ *Adiantum malesianum* พบว่ากลุ่มที่เก็บมาจากเขาหินปูนในฤดูแล้งมีความหนามากกว่ากลุ่มที่เก็บมาจากหินออสัยที่ไม่ใช่เขาหินปูนอย่างมีนัยทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเซลล์สเกลอเรงคิมาในลำต้นจะช่วยให้ความแข็งแรงซึ่งจะทำให้พืชอยู่รอดได้ในบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม สอดคล้องกับการศึกษาของ Abulfatih (2003) ที่ได้สรุปไว้ว่าพืชทนแล้งจะมีเซลล์สเกลอเรงคิมาพัฒนาดี ในทางกลับกัน *Pyrrosia lanceolata* พบว่ากลุ่มที่เก็บมาจากเขาหินปูน ในฤดูแล้งมีความหนาของชั้นสเกลอเรงคิมาในชั้นคอร์เทกซ์ของลำต้นน้อยกว่ากลุ่มที่เก็บมาจากหินออสัยที่ไม่ใช่เขาหินปูนและกลุ่มที่

เก็บมาจากเขาหินปูนในฤดูฝนอย่างมีนัยทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกลุ่มที่เก็บจากเขาหินปูนในฤดูแล้งยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ทำให้เซลล์สเกลอเร็งคิมา ยังพัฒนาไม่เต็มที่จึงมีผลทำให้ความหนาของชั้นสเกลอเร็งคิมาของกลุ่มที่เก็บมาจากเขาหินปูนในฤดูแล้งมีค่าน้อยกว่ากลุ่มที่เก็บจากเขาหินปูนในฤดูฝนและกลุ่มที่เก็บมาจากถิ่นอาศัยที่ไม่ใช่เขาหินปูน แต่สำหรับ *Microsorium punctatum* พบว่าเซลล์สเกลอเร็งคิมาที่พบในคอร์เทกซ์ของลำต้น เรียงต่อกันเป็นกลุ่ม มีรูปร่างกลม มีผนังเซลล์หนา สีน้ำตาลจำนวนมาก กระจัดกระจายแทรกกระหว่างเนื้อเยื่อพื้น ไม่ได้เกิดยาวต่อเนื่องและเรียงเป็นชั้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Bosman (1991) จึงไม่สามารถวัดความหนาของชั้นสเกลอเร็งคิมาได้ และเฟิร์นที่เหลืออีก 2 ชนิด คือ *Antrophyum callifolium* และ *Pyrrosia stigmosa* ไม่พบเซลล์สเกลอเร็งคิมาในคอร์เทกซ์ของลำต้น

5.2.1.2 ความกว้างของคอร์เทกซ์และเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น

การศึกษาของ Lee and Li (1981) ในพืชทนแล้ง 9 ชนิด พบว่า ในภาคตัดขวางของลำต้นมีอัตราส่วนระหว่างความกว้างของคอร์เทกซ์กับเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นที่สูงกว่าพืชที่ขึ้นในที่ชื้นปานกลาง (mesophyte) จึงมีแนวคิดว่าในลำต้นของเฟิร์นน่าจะมีความแตกต่างระหว่างความกว้างของคอร์เทกซ์กับเส้นผ่านศูนย์กลางด้วยเช่นกัน จึงต้องการหาอัตราส่วนระหว่างความกว้างของคอร์เทกซ์กับเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นเฟิร์น แต่จากการศึกษาของ Ogura (1972) ได้สรุปว่าในลำต้นของเฟิร์นคอร์เทกซ์ คือ เนื้อเยื่ออื่น ๆ ทั้งหมด ยกเว้นเนื้อเยื่อชั้นผิวและสตีล โดยรวมไส้ไม้เป็นเนื้อเยื่อคอร์เทกซ์ด้วย เนื่องจากคอร์เทกซ์และไส้ไม้ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชนิดเดียวกันและไม่มีขอบเขตที่แน่นอนจึงยากที่จะแยกออกจากกัน การศึกษครั้งนี้เฟิร์นทั้ง 5 ชนิดมีเนื้อเยื่อชั้นผิวบางมีรูปร่างในภาคตัดขวางเป็นรูปสี่เหลี่ยม รูปกลมรี หรือรูปร่างไม่คงที่ เรียงเป็น 1 แถวอย่างเป็นระเบียบ และมีสตีลแบบดิกไทโอสตีล คือ มัดท่อลำเลียงประกอบด้วยระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียงแบบที่มีไซเล็มอยู่ตรงกลาง มีโฟลเอ็มล้อมเป็นวง และถูกล้อมรอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นนอกสุดของเพอริไซเคิล และเอนโดเดอริมิส ตามลำดับ โดยมัดท่อลำเลียงแต่ละมัดแยกออกจากกัน มีประมาณ 2-8 มัด ขึ้นกับชนิดของเฟิร์น ถ้าคอร์เทกซ์ในลำต้นของเฟิร์น คือ ทุกเนื้อเยื่อ ยกเว้นเนื้อเยื่อชั้นผิวและสตีล ดังนั้นความกว้างของคอร์เทกซ์ในลำต้นของเฟิร์นจะใกล้เคียงกับความกว้างของเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น เฟิร์นทุกชนิดที่ศึกษาจึงไม่มีความแตกต่างของอัตราส่วนระหว่างความกว้างของคอร์เทกซ์กับเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นเหมือนกับในพืชทนแล้งที่เป็นพืชดอกทั่วไป

เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นมีความแตกต่างกันในเฟิร์นที่ศึกษา 3 ชนิด คือ *Adiantum malesianum*, *Pyrrosia lanceolata* และ *Pyrrosia stigmosa* โดยที่ *Adiantum malesianum* และ *Pyrrosia lanceolata* กลุ่มที่เก็บมาจากเขาหินปูนในฤดูแล้งมีเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นยาวกว่ากลุ่มที่เก็บมาจากถิ่นอาศัยที่ไม่ใช่เขาหินปูนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ *Pyrrosia stigmosa* กลุ่มที่เก็บมาจากเขาหินปูนในฤดูแล้งมีเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นสั้นกว่ากลุ่มที่เก็บมาจากถิ่นอาศัยที่ไม่ใช่

เขาหินปูนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ *Antrophyum callifolium* และ *Microsorium punctatum* เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นจากทั้ง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการที่ความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นมีความแปรผัน อาจเนื่องมาจากอายุของเฟิร์นที่นำมาศึกษาที่เก็บมาจากพื้นที่ที่แตกต่างกัน กล่าวคือตัวอย่างที่เก็บมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นต่างกัน อาจเนื่องมาจากมีอายุต่างกัน

5.2.1.3 ความหนาของชั้นเกล็ด

มีเฟิร์นเพียง 2 ชนิด เท่านั้น คือ *Microsorium punctatum* และ *Pyrrosia lanceolata* ที่สามารถวัดความหนาของชั้นเกล็ดที่ลำต้นได้ โดยทั้ง 2 ชนิด มีความหนาของชั้นเกล็ดจาก 3 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ชนิดที่เหลือไม่สามารถวัดความหนาของชั้นเกล็ดได้ ทั้งนี้เนื่องจากเกล็ดหลุดลอกออกในระหว่างขั้นตอนการปฏิบัติการ และอาจเกิดจากการที่ตัดไม่ตรงตำแหน่งที่มีเกล็ดติดอยู่จึงทำให้ไม่พบชั้นเกล็ด และไม่สามารถวัดความหนาของชั้นเกล็ดได้ แต่การศึกษาของ Hevly (1963) พบว่าเฟิร์นในกลุ่ม Cheilanthoid ที่เจริญเติบโตในบริเวณที่มีสภาพแห้งแล้ง มีเกล็ดปกคลุมลำต้นหนาแน่น มีขน และต่อมเพิ่มขึ้น

5.2.2 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของแผ่นใบ

5.2.2.1 ความหนาของแผ่นใบ

จากการศึกษาความหนาของแผ่นใบ พบว่า เฟิร์น 4 ชนิด คือ *Adiantum malesianum*, *Microsorium punctatum*, *Pyrrosia lanceolata* และ *Pyrrosia stigmosa* กลุ่มที่เก็บมาจากเขาหินปูนมีความหนาของแผ่นใบมากกว่ากลุ่มที่เก็บมาจากถิ่นอาศัยที่ไม่ใช่เขาหินปูนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สอดคล้องกับลักษณะของพืชทนแล้งทั่ว ๆ ไป (Esau, 1977; Fahn, 1989; Rudall, 2007; Cutler et al., 2008) แต่สำหรับ *Antrophyum callifolium* กลุ่มที่เก็บมาจากถิ่นอาศัยที่ไม่ใช่เขาหินปูนมีความหนาของแผ่นใบมากกว่าใบของกลุ่มที่เก็บมาจากเขาหินปูนในฤดูฝนและฤดูแล้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เนื่องจากปกติแล้ว *Antrophyum callifolium* จะมีใบที่อวบน้ำ ดังนั้นเมื่ออยู่ในถิ่นอาศัยที่ไม่ใช่เขาหินปูนที่เป็นพื้นที่ที่ชุ่มชื้น เซลล์พาราเรคิม่าภายในแผ่นใบที่ทำหน้าที่สะสมน้ำจึงเต่ง แต่ต้นที่อยู่ในพื้นที่เขาหินปูน ความร้อน และความแห้งแล้งอาจจะทำให้เซลล์เยื่อจึงมีผลทำให้มีแผ่นใบบาง ความหนาของผิวเคลือบคิวตินรวมกับผนังเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านที่สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมภายนอกของ *Antrophyum callifolium*, *Microsorium punctatum* และ *Pyrrosia lanceolata* กลุ่มที่เก็บมาจากเขาหินปูนในฤดูแล้งมีความหนามากกว่ากลุ่มที่เก็บมาจากถิ่นอาศัยที่ไม่ใช่เขาหินปูนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากเฟิร์นทั้ง 3 ชนิดโดยปกติมีใบอวบน้ำซึ่งในถิ่นอาศัยที่ไม่ใช่เขาหินปูนเป็นพื้นที่ชุ่มชื้นจะไม่เกิดการสูญเสียน้ำมากนักจึงทำให้มีผิวเคลือบคิวตินรวม

กับผนังเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวหนัง แต่สำหรับต้นที่ขึ้นในพื้นที่เขาหินปูน ที่มีความร้อนและความแห้งแล้งมากกว่า เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำได้มากกว่า ซึ่งอาจจะทำให้เฟิร์นทั้ง 3 ชนิดมีผิวเคลือบคิวตินรวมกับผนังเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านที่สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมภายนอกที่หนากว่าเพื่อช่วยลดการสูญเสียน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hevly (1963) ที่ศึกษาลักษณะการปรับตัวของเฟิร์นกลุ่ม Cheilanthoid ที่เจริญเติบโตในบริเวณที่มีสภาพแห้งแล้ง พบว่าเฟิร์นกลุ่มนี้สามารถปรับตัวได้โดยใบมีขนาดเล็กลงเพื่อลดพื้นที่ผิวใบ มีคิวตินเคลือบที่ผิวใบหนาเพื่อลดการคายน้ำ การศึกษาของ Lee and Li (1981) พบว่าพืชทนแล้งจะมีแผ่นใบที่มีผิวเคลือบคิวตินและผนังเซลล์ของเนื้อเยื่อชั้นผิวหนังและการศึกษาของ Bosabalidis and Kofidis (2002) พบว่าแผ่นใบมะกอกที่ปลูกในบริเวณที่มีปริมาณน้ำน้อยจะมีเนื้อเยื่อชั้นผิวและเซลล์มีไซโทฟิลล์ที่มีขนาดเล็กลงแต่มีความหนาเพิ่มขึ้น และผิวเคลือบคิวตินหนาขึ้น และการศึกษาครั้งนี้พบว่า *Adiantum malesianum* กลุ่มที่เก็บมาจากเขาหินปูน ในฤดูแล้ง มีความหนาของผิวเคลือบคิวตินรวมกับผนังเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านที่สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมภายนอกน้อยกว่ากลุ่มที่เก็บมาจากถิ่นอาศัยที่ไม่ใช่เขาหินปูน แต่ *Pyrrosia stigmosa* มีความหนาของผิวเคลือบคิวตินรวมกับผนังเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านที่สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมภายนอกไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเฟิร์นชนิดนี้ที่ขึ้นอยู่บนเขาหินปูนจะมีการปรับตัวโดยการที่แผ่นใบจะบิดและม้วนงอเพื่อลดพื้นที่การคายน้ำ ซึ่งอาจมีผลทำให้ความหนาของผิวเคลือบคิวตินรวมกับผนังเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวไม่มีการเปลี่ยนแปลง

5.2.2.2 ความหนาของชั้นแพลิวเซด

เฟิร์นทั้ง 5 ชนิดที่นำมาศึกษา มีเพียง 2 ชนิดเท่านั้น คือ *Pyrrosia stigmosa* และ *Pyrrosia lanceolata* ที่เนื้อเยื่อชั้นมีไซโทฟิลล์แบ่งออกเป็น แพลิวเซดพาเรงคิมาและสปองจีพาเรงคิมา จากการศึกษาพบว่าความหนาของชั้นแพลิวเซดพาเรงคิมาของเฟิร์นทั้ง 2 ชนิด กลุ่มที่เก็บมาจากเขาหินปูนในฤดูแล้งมีความยาวมากกว่ากลุ่มที่เก็บมาจากเขาหินปูนในฤดูฝนและกลุ่มที่เก็บมาจากถิ่นอาศัยที่ไม่ใช่เขาหินปูน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hevly (1963) ที่พบว่าเฟิร์นกลุ่ม Cheilanthoid ที่เจริญเติบโตในบริเวณที่มีสภาพแห้งแล้ง มีจำนวนชั้นและความหนาของแพลิวเซดมีไซโทฟิลล์เพิ่มขึ้น การศึกษาของ Ashton and Berlyn (1992) พบว่าใบของพืชในสกุล *Shorea* ที่ปลูกกลางแจ้งมีความหนาของชั้นแพลิวเซดพาเรงคิมา มากกว่าใบของต้นที่ปลูกในร่ม นอกจากนี้ Abulfatih (2003) ศึกษาพบว่าแผ่นใบของพืชทนแล้งมีเนื้อเยื่อชั้นแพลิวเซดพาเรงคิมายาวและมีหลายชั้น การศึกษาของ Morais et al. (2004) พบว่าแผ่นใบของต้นกาแพที่ปลูกกลางแจ้งมีแพลิวเซดพาเรงคิมาที่มีเซลล์ยาว และ Dickinson (2000) ได้กล่าวไว้ว่าใบของพืชที่ขึ้นบริเวณที่มีร่มเงา บริเวณใต้ต้นไม้อื่น หรือบริเวณที่มีความเข้มแสงต่ำ ใบจะบาง เนื้อเยื่อพัฒนาไปเป็นแพลิวเซดเซลล์น้อย และจะมีช่องระหว่างเซลล์จำนวนมาก ในพืชเมล็ดเปลือยก็มิผลการศึกษาที่คล้ายคลึงกัน คือ ต้นที่เจริญเติบโตภายใต้ร่มเงา ใบจะบาง มีแพลิวเซดเซลล์ลดลง การที่ความหนาของชั้นแพลิวเซดพาเรงคิมาเพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นว่า *Pyrrosia* ทั้ง 2 ชนิดที่ศึกษามีการปรับ

ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ให้ทนแล้งและเอาตัวรอดอยู่ในบริเวณที่มีความแห้งแล้งได้ สำหรับเฟิร์นที่เหลืออีก 3 ชนิด คือ *Adiantum malesianum*, *Antrophyum callifolium* และ *Microsorium punctatum* เนื้อเยื่อชั้นมีไซฟิลล์มีลักษณะเหมือนกัน (homogenous) กล่าวคือประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาเพียงชนิดเดียวเท่านั้นและไม่แตกต่างกันในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน เฟิร์นทั้ง 5 ชนิดที่นำมาศึกษา มีเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน เรียงเป็นแถว 1 แถว โดยเฟิร์น 2 ชนิด คือ *Pyrrhosia lanceolata* และ *Pyrrhosia stigmosa* มีเนื้อเยื่อชั้นรองจากผิว มีรูปร่างกลมรีหรือยาวรีจนถึงหลายเหลี่ยม มีขนาดใหญ่กว่าเซลล์เนื้อเยื่อชั้นผิว เรียงเป็นแถว 1-4 แถว และมีเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่าง เรียงเป็นแถว 1 แถว นอกจากนี้ยังพบว่าเฟิร์นที่นำมาศึกษาเมื่ออยู่ในสภาพแห้งแล้ง บางชนิดชอบใบจะม้วน หรือบางชนิดใบเหี่ยว แสดงถึงการปรับตัวให้อยู่รอดได้ในสภาวะที่ขาดน้ำ (Dickinson, 2000; Abulfatih, 2003; Cutler et al., 2008)

การมีจำนวนชั้นและความหนาของชั้นแพลิวคินมีไซฟิลล์เพิ่มมากขึ้น จะมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างมีไซฟิลล์เซลล์และช่องว่างระหว่างเซลล์ เพราะการสังเคราะห์ด้วยแสงขึ้นอยู่กับความสมดุลระหว่างความเข้มข้นของแสงและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และมีบทบาทสำคัญในการช่วยกระจายแสงภายในแผ่นใบ การที่แผ่นใบมีความหนาเพิ่มขึ้นและมีแพลิวคินพัฒนาดีจะทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงมีความสมดุลและมีอัตราการสังเคราะห์แสงที่ดีขึ้น การมีผิวเคลือบคิวติคูลินหนาขึ้น และมีปริมาณขนที่ปกคลุมผิวใบเพิ่มขึ้น จะช่วยปกป้องแผ่นใบจากความเข้มแสงที่มากเกินไป ช่วยสะท้อนแสง ลดอัตราการหายใจของพืชและอัตราการคายน้ำ (Esau, 1977; Dickinson, 2000; Abulfatih, 2003)

5.2.3 ลักษณะของปากใบ

5.2.3.1 ขนาดของปากใบ

จากการศึกษาลักษณะของเนื้อเยื่อชั้นผิวใบ ในส่วนของขนาดของปากใบ พบว่าความกว้างและความยาวของปากใบของเฟิร์นทั้ง 5 ชนิดแตกต่างกัน มีความแปรผันขึ้นกับชนิดของเฟิร์น การศึกษาในครั้งนี้ปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมภายนอกบริเวณภูเขาหินปูนและดินอาศัยที่ไม่ใช่เขาหินปูนมีความแตกต่างกัน ขนาดของปากใบอาจจะขึ้นกับดินอาศัย หรือไม่ขึ้นกับดินอาศัยก็ได้ เนื่องจากมีความแปรผันหลากหลาย ซึ่งการศึกษาของ Pompelli et al. (2010) พบว่าใบของกาแพที่ปลูกในบริเวณที่ไม่ว่าจะได้รับแสงมากหรือน้อย จะมีความกว้างและความยาวของปากใบที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ขนาดของปากใบที่มีการเปลี่ยนแปลงไปนั้นเกิดจากการเปิดและปิดของปากใบซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อพืชที่เจริญอยู่ได้ในบริเวณที่ขาดน้ำ โดยปกติพืชที่สามารถเจริญได้ในบริเวณที่ขาดน้ำหรือมีน้ำน้อยจะลดการสูญเสียน้ำด้วยการมีปากใบเกิดในแอ่งปากใบ หรือมีปากใบจมลึกลงในชั้นเนื้อเยื่อผิว

(sunken stoma) และลดอัตราการคายน้ำด้วยการปิดปากใบซึ่งจะมีผลทำให้ปากใบมีขนาดเล็กลง (Bosabalidis and Kofidis, 2002)

5.2.3.2 ค่าดัชนีความหนาแน่นของปากใบ

ดัชนีความหนาแน่นของปากใบ ในเฟิร์น 3 ชนิดคือ *Antrophyum callifolium*, *Microsorium punctatum* และ *Pyrrosia stigmosa* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยพบว่ากลุ่มที่เก็บมาจากเขาหินปูน ในฤดูแล้งมีค่าดัชนีความหนาแน่นของปากใบมากกว่ากลุ่มที่เก็บมาจากถิ่นอาศัยที่ไม่ใช่เขาหินปูน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Salisbury (1927) ซึ่งพบว่าพืชน้ำจะมีค่าดัชนีความหนาแน่นของปากใบต่ำ ในขณะที่พืชทนแล้งจะมีค่าดัชนีความหนาแน่นของปากใบสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง การศึกษาของ Taft (1950) พบว่าพืชที่เจริญเติบโตในบริเวณกลางแจ้งที่มีแสงแดดจัดตลอดวัน จะมีความถี่ของปากใบสูงกว่าของพืชชนิดเดียวกันที่เจริญในที่ร่ม นอกจากนี้ยังพบว่าพืชที่เจริญในบริเวณที่แห้งแล้งจะมีความถี่ของปากใบสูงกว่าพืชที่เจริญในที่ชุ่มน้ำ เนื่องจากบริเวณกลางแจ้งที่มีแสงแดดจัดตลอดวันจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นและมีความชื้นต่ำ มีผลทำให้เกิดการคายน้ำสูงขึ้นด้วย ซึ่งอาจจะทำให้น้ำที่เก็บสะสมไว้เพื่อใช้ในการเจริญของต้นพืชสูญเสียน้ำไปทำให้การเจริญลดลงและมีผลทำให้มีจำนวนของปากใบเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงได้สรุปไว้ว่าแสงและความแห้งแล้งเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อจำนวนและความถี่ของปากใบและการศึกษาของ Pompelli *et al.* (2010) พบว่าใบของกาแพที่ปลูกในบริเวณที่ได้รับแสงมากจะมีความหนาแน่นของปากใบและมีค่าดัชนีความหนาแน่นของปากใบมากกว่าใบของกาแพที่ปลูกในที่ร่ม นอกจากนี้การที่จำนวนของปากใบจำนวนมากหรือมีจำนวนเพิ่มขึ้นนั้นจะทำให้การควบคุมการคายน้ำของพืชทำได้ดีกว่าการมีปากใบจำนวนน้อย (Bosabalidis and Kofidis, 2002)

5.2.3.3 รูปแบบและตำแหน่งของปากใบ

รูปแบบและตำแหน่งของปากใบมีความจำเพาะกับเฟิร์นแต่ละชนิด ซึ่งพบว่าเฟิร์นชนิดเดียวกันที่ขึ้นอยู่ถิ่นอาศัยที่แตกต่างกันจะมีรูปแบบและตำแหน่งของปากใบเหมือนกัน โดยไม่ขึ้นกับปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมภายนอก ซึ่งน่าจะเป็นลักษณะที่เกิดจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรม ซึ่งลักษณะที่เกิดจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรมจะสามารถเปลี่ยนแปลงได้ต้องอาศัยการปรับตัวเป็นระยะเวลายาวนาน และเกิดการคัดเลือกโดยธรรมชาติ (natural selection) จึงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในรุ่นต่อไปได้ (Dickinson, 2000) ดังนั้นการศึกษาในระยะเวลาอันสั้น จึงไม่สามารถใช้ลักษณะของรูปแบบและตำแหน่งของปากใบในการศึกษาการปรับตัวได้

นอกจากนี้ Fahh (1989) ได้กล่าวไว้ว่าพืชทนแล้งสามารถปรับตัวให้มีลักษณะทนแล้งได้แต่พืชทนแล้งทุกชนิดอาจจะไม่ได้แสดงลักษณะทนแล้งทุกลักษณะ และพืชที่ไม่ใช่พืชทนแล้งก็สามารถแสดงลักษณะทนแล้งได้เช่นเดียวกับพืชทนแล้งทั่วไป ซึ่งน่าจะสอดคล้องกับการศึกษาในเฟิร์นแต่ละชนิดซึ่งพบว่าสามารถปรับตัวให้ขึ้นอยู่ในบริเวณที่มีสภาพแห้งแล้งได้แต่อาจจะแสดงหรือไม่แสดงลักษณะทนแล้งให้เห็น

เมื่อพิจารณาผลการศึกษาคั้งนี้ ทำให้ทราบว่าเฟิร์นแต่ละชนิดแม้ว่าจะเจริญอยู่ในถิ่นอาศัยที่แตกต่างกัน ก็ยังมีลักษณะเชิงคุณภาพของโครงสร้างเนื้อเยื่อภายในของลำต้นและแผ่นใบเหมือนกัน เนื่องจากรูปแบบจะเป็นลักษณะที่เกิดจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของเฟิร์นแต่ละชนิด แต่ข้อมูลในการเปรียบเทียบลักษณะเชิงปริมาณ ของโครงสร้างเนื้อเยื่อภายในของลำต้นและแผ่นใบ มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเนื่องจากถิ่นอาศัยที่แตกต่างกัน มีสภาพภูมิอากาศแตกต่างกัน ทำให้เฟิร์นเกิดการตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันไปด้วย ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของเฟิร์น ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าเฟิร์นชนิดเดียวกันแต่เจริญเติบโตอยู่ในถิ่นอาศัยที่แตกต่างกัน จะมีลักษณะกายวิภาคศาสตร์บางลักษณะแตกต่างกัน จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าถิ่นอาศัยบริเวณเขาหินปูน น่าจะมีความแห้งแล้งที่มากกว่าถิ่นอาศัยที่ไม่ใช่เขาหินปูนจึงทำให้ความหนาของแผ่นใบ ความหนาของผิวเคลือบคิวตินร่วมกับผนังเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านที่สัมผัสกับสิ่งแวดล้อม จำนวนชั้นและความหนาของชั้นแพลิวคิน รวมถึงค่าดัชนีความหนาแน่นของปากใบ ของเฟิร์นบางชนิดมีค่ามากกว่าเฟิร์นบางชนิดเดียวกันที่เก็บมาจากถิ่นอาศัยที่ไม่ใช่เขาหินปูน นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ทำให้พืชแสดงลักษณะทนแล้ง คือ ปริมาณน้ำ แสง อุณหภูมิ และปริมาณแร่ธาตุอาหาร แต่ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการพัฒนาของแผ่นใบ คือ ปริมาณและความเข้มของแสง รวมทั้งอุณหภูมิด้วย โดยจะพบว่าใบของพืชที่เจริญในที่ร่มและที่กลางแจ้งจะมีลักษณะกายวิภาคศาสตร์แตกต่างกันไป จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเฟิร์นบางชนิดสามารถปรับลักษณะกายวิภาคศาสตร์ให้สามารถเจริญเติบโตและอยู่รอดได้ในถิ่นอาศัยที่เป็นเขาหินปูน บริเวณสวนหินผางาม อำเภอหนองหิน จังหวัดเลย โดยลักษณะกายวิภาคศาสตร์ที่สามารถนำมาศึกษาการปรับตัวตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของเฟิร์นในครั้งนี้ได้ คือ ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของแผ่นใบ เช่น ความหนาของแผ่นใบ ความหนาของผิวเคลือบคิวตินร่วมกับผนังเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านที่สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมภายนอก ความหนาของชั้น แพลิวคินมีโซฟิลล์ รวมถึงค่าดัชนีความหนาแน่นของปากใบ และลักษณะกายวิภาคศาสตร์ที่ไม่สามารถนำมาศึกษาการปรับตัวตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของเฟิร์นในครั้งนี้ได้ คือ ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของลำต้น เช่น ความกว้างของคอร์เทกซ์ เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น ความหนาของชั้นเกล็ด และรูปแบบและตำแหน่งของปากใบ