



## บทที่ 2

### ปริทัศน์วรรณกรรม

#### 2.1 การศึกษาทางด้านความหลากหลายของเทอริโดไฟต์ในประเทศไทย

ในประเทศไทยมีการสำรวจและศึกษาพรรณไม้มาตั้งแต่สมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช แต่เป็นการสำรวจเฉพาะไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ต่อมาการสำรวจพรรณไม้ในภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย เป็นการศึกษาไม้ดอกเป็นส่วนใหญ่ (Schmidt, 1900; Craib, 1911, 1912, 1913; Phraya Wannaphrukphichan, 1923) และตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508 เป็นต้นมา การสำรวจ และศึกษาพรรณไม้ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อจัดทำหนังสือพรรณพฤกษชาติของประเทศไทย (Flora of Thailand) ซึ่งคณะสำรวจจากประเทศญี่ปุ่นนำโดย M. Tagawa และ K. Iwatsuki สำรวจและศึกษาพืชกลุ่มเทอริโดไฟต์ของประเทศไทย พบพืชกลุ่มเทอริโดไฟต์ทั้งหมดประมาณ 620 ชนิด ใน 34 วงศ์ 121 สกุล (Tagawa and Iwatsuki, 1979, 1985, 1988, 1989)

ที่ผ่านมาได้มีการสำรวจพรรณไม้บริเวณเขาหินปูน ในประเทศไทยโดยนักพฤกษศาสตร์ไทย พบพืชถิ่นเดียว (er.demic species) และพืชชนิดใหม่ของโลก (new species) เพิ่มขึ้น ส่วนใหญ่จะเป็นเพียงการศึกษาพรรณไม้ทั่ว ๆ ไป (Middleton, 2007; Sridith, 2009; จรัญ มากน้อยและปรัชญา ศรีสง่า, 2553) แต่มีการสำรวจและศึกษาเทอริโดไฟต์ในป่าเขาหินปูนอย่างเป็นทางการเฉพาะน้อยมาก

จากการศึกษาเอกสารการสำรวจเฟิร์นในพื้นที่ที่เป็นภูเขา ที่ได้รับแสงแดดจัดแบบเดียวกับสภาพแวดล้อมที่พบบนภูเขาหินปูนและการสำรวจพรรณไม้บนเขาหินปูนที่พบเฟิร์นด้วยมีดังนี้

อัจฉรา ธรรมถาวร และสมพงษ์ ธรรมถาวร (2526) สำรวจเฟิร์นที่ทนต่อแสงแดด บนภูกระดึง พบว่ามีเฟิร์นที่ขึ้นในพื้นที่โล่งแจ้ง 19 ชนิด ใน 16 สกุล บางชนิดมีการกระจายกว้าง เช่น *Pteridium aquilinum* (L.) khun ซึ่งมีลำต้นอยู่ใต้ดินเล็ก ผิวใบมีสารเคลือบเป็นมัน แผ่นใบแข็งแต่เปราะหักง่าย บางชนิดพบขึ้นเจริญเป็นสังคมพืชขนาดใหญ่ปกคลุมพื้นที่กว้างเช่น *Dicranopteris linearis* (Burm. fil) Undrew. และ *Hypolepis punctata* (Thunb.) Mett บางชนิดเจริญออกงามเป็นกอ ๆ บนโขดหิน เช่น *Drynaria rigidula* Bedd., *Pyrrhosia manii* (Gies.) Ching., *Oleandra undulata* (Willd.) Ching. และ *Polypodium subauriculatum* Blume เป็นต้น เป็นที่น่าสนใจเกี่ยวกับเฟิร์นเหล่านี้มีโครงสร้างที่ช่วยคุ้มกันโครงสร้างภายในเป็นอย่างดี เช่น มีสารเป็นมันเคลือบตามผิวด้านบนของใบ และก้านใบ มีขน (hair) หรือ เกล็ด (scale) ปกคลุมลำต้นอย่างหนาแน่น บางชนิดมีขนอ่อนปกคลุมตลอดทุกส่วน โดยเฉพาะบริเวณยอดอ่อนของลำต้น

ปิยะเกษตร สุขสถาน (2541) ศึกษาอนุกรมวิธาน นิเวศวิทยา พืชกลุ่มเฟิร์นที่เป็นพืชอิงอาศัยและพืชเกาะหินบริเวณดอยเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ พบเฟิร์นอิงอาศัยและเกาะหิน จำนวน 84 ชนิด ใน 35 สกุล 14 วงศ์ โดยพบเฟิร์นที่พบครั้งแรกในประเทศไทย 1 ชนิด คือ *Cheilanthes argentea* (Gmel.) Kunze และพบว่าสภาพนิเวศรูปแบบต่าง ๆ บนดอยเชียงดาวถูกรบกวนอย่างมากจากกิจกรรมของมนุษย์เป็นผลให้พืชในกลุ่มที่ศึกษามีปริมาณลดลงและเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ เช่น *Gymnopteris vestita* (Hook.) Underw. และ *Crypsinus hirsutus* Tagawa & K. Iwats. นอกจากนี้เฟิร์นหายากหลายชนิดที่เคยมีรายงานพบบริเวณดอยเชียงดาวกลับสำรวจไม่พบในครั้งนี้อย่างเช่น *Asplenium humbertii* Tardieu, *Asplenium rockii* C. Chr., และ *Cheilanthes pseudoargentea* (S.K. Wu) K. Iwats. เป็นต้น

ปิยพงศ์ ราชตา (2541) ศึกษาอนุกรมวิธานของเฟิร์น และพืชกลุ่มใกล้เคียงเฟิร์น บริเวณวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ จังหวัดเชียงราย ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2539 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542 พบเฟิร์นและพืชกลุ่มใกล้เคียงเฟิร์นจำนวน 153 ชนิดใน 56 สกุล 24 วงศ์ จำแนกได้เป็นเฟิร์น 137 ชนิดใน 53 สกุล 21 วงศ์ และพืชกลุ่มใกล้เคียงเฟิร์น 16 ชนิด ใน 3 สกุล 3 วงศ์ แบ่งตามแหล่งอาศัย พบว่าเป็นพืชบก 91 ชนิด พืชอิงอาศัย 50 ชนิด และพืชที่ขึ้นบนหิน 11 ชนิด การศึกษาครั้งนี้มีเฟิร์นและพืชกลุ่มใกล้เคียงเฟิร์น 76 ชนิด ที่ไม่เคยมีรายงานว่าพบในจังหวัดเชียงรายมาก่อน และ 4 ชนิดเป็นการพบครั้งแรกในประเทศไทย ได้แก่ *Dicranopteris linearis* (Burm. f.) Underw. var. *montana* Holttum, และ *Selaginella ciliaris* (Retz.) Spring

ในปี 2544 ทวีศักดิ์ บุญเกิด และคณะ ได้สำรวจเขาหินปูนในจังหวัดชุมพร ทำให้พบเฟิร์นชนิดใหม่ของโลก และเป็นพืชถิ่นเดียวของประเทศไทย คือ *Microsorium thailandicum* Boonkerd & Noot. เป็นเฟิร์นเกาะอาศัยตามหน้าผาหินปูนที่มีความชื้น บริเวณที่ได้รับแสงสว่างพอสมควร แต่ไม่โดนแดดโดยตรง ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 250-300 ม. (Boonkerd and Nootboom, 2001)

วิลาวัลย์ รัตนศิริกุล (2545) ศึกษาอนุกรมวิธานของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์น บริเวณอุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า จังหวัดพิษณุโลก ระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2544 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2545 ได้จำนวนทั้งสิ้น 23 วงศ์ 55 สกุล 112 ชนิด 2 พันธุ์ เป็นเฟิร์นจำนวน 21 วงศ์ 53 สกุล 108 ชนิด 2 พันธุ์ พืชใกล้เคียงเฟิร์นจำนวน 2 วงศ์ 2 สกุล 4 ชนิด และวงศ์ที่พบมากที่สุดคือวงศ์ Polypodiaceae รองลงมาคือวงศ์ Aspleniaceae และ Dryopteridaceae นอกจากนี้พบเฟิร์น 2 ชนิดเป็นพืชถิ่นเดียวของประเทศไทยคือ *Diplazium siamense* C. Chr. และ *Christella siamensis* (Tagawa & K.Iwats.) Holttum

วสินี ไช้วพันธ์ (2548) ศึกษาความหลากหลายของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นบริเวณเขาเขียว อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ซึ่งมีความสูงจากระดับน้ำทะเล 600-1,300 ม. เก็บตัวอย่างระหว่างเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548 ได้ทั้งหมด 219 ตัวอย่าง สามารถจำแนกได้ 113 ชนิด 2 พันธุ์ ใน 59 สกุล 25 วงศ์ เป็นเฟิร์น 105 ชนิด 2 พันธุ์ ใน 55 สกุล 22 วงศ์ และพืชใกล้เคียงเฟิร์น 8 ชนิด 4 สกุล 3 วงศ์ วงศ์ที่พบมากที่สุด คือ Polypodiaceae, Thelypteridaceae และ Dryopteridaceae ตามลำดับ สามารถแบ่งตามลักษณะถิ่นอาศัยได้ 3 แบบ คือ ขึ้นบนดิน 58 ชนิด พืชอิงอาศัย 30 ชนิด ขึ้นบนหิน 7 ชนิด 2 พันธุ์ และชนิดที่มีลักษณะถิ่นอาศัยมากกว่า 1 แบบขึ้นไป 18 ชนิด สามารถแบ่งพืชกลุ่มนี้ตามสภาพป่าได้ 3 แบบ คือ ป่าดิบชื้น จำนวน 53 ชนิด 2 พันธุ์ ป่าดิบเขา จำนวน 34 ชนิด หุบหญ้าและป่าร่วน จำนวน 6 ชนิด และมี 20 ชนิดที่สามารถพบได้ในป่ามากกว่า 1 แบบ

กิตติมา เมฆโกมล (2549) สำรวจเฟิร์นจาก 14 เขต ในบริเวณอุทยานแห่งชาติภูพาน ระหว่าง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2539 และเดือนกันยายน พ.ศ. 2546 พบเฟิร์นทั้งหมด 66 ชนิด ใน 34 สกุล 21 วงศ์ ในจำนวนนี้มีเฟิร์นชนิดที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย คือ *Ophioglossum reticulatum* L.

ทวีศักดิ์ บุญเกิด และคณะ (2549) ศึกษาความหลากหลายของเทอริโดไฟต์บนเขาหินปูน ใน จังหวัดยะลา พบเฟิร์นชนิดใหม่ของโลก *Microsorium siamense* Boonkerd ขึ้นอยู่ตามรอยแตกของ เขาหินปูน ในบริเวณที่ชื้นและร่ม ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 100 ม. (Boonkerd, 2006)

สุมน มาสุธน (2550) ศึกษาความหลากหลายของเฟิร์นในระบบนิเวศภูเขาบริเวณเขตรักษาพันธุ์ สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย ระหว่างเดือนกันยายน 2548 ถึงเดือนกรกฎาคม 2549 พบเฟิร์นในเขตรักษา พันธุ์สัตว์ป่าภูหลวงจำนวน 115 ชนิด จำแนกได้ 51 สกุล และ 24 วงศ์ จำแนกเฟิร์นตามสภาพถิ่นอาศัย พบเฟิร์นขึ้นบนดิน 70 ชนิด เฟิร์นอิงอาศัย 27 ชนิด และเฟิร์นเกาะหิน 18 ชนิด เฟิร์นที่พบมากที่สุดคือ วงศ์ Polypodiaceae รองลงมา คือ Dryopteridaceae, Pteridaceae และ Thelypteridaceae (สถาบันวิจัยและพัฒนา, 2550)

กิตติมา เมฆโกมล และจักรพงศ์ แท่งทอง (2551) สำรวจเฟิร์นบนเส้นทางศึกษาธรรมชาติ 4 เส้นทาง ในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2548 พบเฟิร์นทั้งหมด 41 ชนิด ใน 23 สกุล 15 วงศ์ ในจำนวนนี้พบเฟิร์นถิ่นเดียวของประเทศไทย 1 ชนิด ได้แก่ *Polystichum attenuatum* Tagawa & Z. Iwats. และพบเฟิร์นหายาก (rare species) 2 ชนิด ได้แก่ ตีนมือนกเขา (*Ophioglossum pendulum* L.) โดยขึ้นเกาะอาศัยในรากของชายผ้าสีดำ (*Platyserium holttumii* Joncheere & Hennipman) และ *Ophioglossum costatum* R.Br. เป็นเฟิร์น ขนาดเล็ก ขึ้นบนพื้นดินบริเวณที่เปิดโล่ง ทั้ง *O. pendulum* และ *O. costatum* จัดว่าเป็นเฟิร์นที่หายาก เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ได้ง่าย และมีเฟิร์น 1 ชนิด ที่ไม่สามารถระบุชนิดได้ คือ *Leptochilus* sp.

การสำรวจของ Lindsay และคณะ ในปี 2551 บริเวณอุทยานแห่งชาติคลองพนม อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบเฟิร์นชนิดใหม่ของโลก คือ *Tectaria phanomensis* S.Linds. เป็นเฟิร์นที่ขึ้นตามรอยแตกของภูเขาหินปูน ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 100 ม. (Lindsay, Middleton, and Suddee, 2008)

ในปี 2553 Lindsay และคณะ สำรวจและเก็บตัวอย่างบริเวณดอยอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ พบเฟิร์นในสกุล *Adiantum* ชนิดใหม่ของโลก ขึ้นอยู่บริเวณหน้าผาเขาหินปูนที่มีความชื้นที่ระดับความสูง 480-1,360 ม. พบว่าเฟิร์นชนิดนี้เหมือนกับตัวอย่างที่เคยเก็บมาจากดอยเชียงดาว และจังหวัดเชียงราย ซึ่งมีความแตกต่างจากเฟิร์นชนิดอื่นๆ ในสกุลนี้ โดยตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ เป็น *Adiantum membranifolium* S.Linds. & Suksathan (Lindsay, Suksathan, and Middleton, 2010)

มณฑล นอแสงศรี และคณะ (2554) ได้มีการสำรวจความหลากหลายของพรรณไม้เขาหินปูนอุทยานแห่งชาติภูผาม่าน จังหวัดขอนแก่น พบพรรณไม้ทั้งหมดจำนวน 962 ชนิด แบ่งได้เป็น 4 กลุ่มจัดเป็นพืชกลุ่มเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์น 40 ชนิด พรรณไม้เด่นที่พบในบริเวณนี้ ได้แก่ ปรงเขา (*Cycas pectinata* Griff.) จันทน์ผา (*Dracaena loureiri* Gagnep.) และสลัดได (*Euphorbia* sp.) และยังพบพรรณไม้ที่มีสถานะถูกคุกคาม ได้แก่ แคนสันติสุข (*Santisukia kerrii* (Barnett & Sandwith) Brummitt), โมกเหลือง (*Wrightia viridiflora* Kerr.) และกล้วยไม้ร่องเท้านารีเหลืองปราจีน (*Paphiopedilum concolor* (Lindl. Ex Baterman) Pfitzer) (มณฑล นอแสงศรี, ไพศาล ทองสอน, นเรศ ชมบุญ และจุฬาลักษณ์ ลาเกิด, 2554)

ในปีเดียวกันนี้ วลีณี ไชว์พันธุ์ และคณะ ได้ศึกษาความหลากหลายของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นในอุทยานแห่งชาติภูผาม่าน จังหวัดขอนแก่นและจังหวัดเลย เก็บตัวอย่างได้ทั้งสิ้น 85 หมายเลขจัดจำแนกได้ 38 ชนิด ใน 23 สกุล และ 13 วงศ์ ในจำนวนนี้จัดเป็นพืชใกล้เคียงเฟิร์น 3 ชนิด ใน 2 สกุล 2 วงศ์ และเป็นเฟิร์น 35 ชนิด ใน 21 สกุล 11 วงศ์ วงศ์ที่พบมากที่สุด คือ Polypodiaceae จำนวน 8 ชนิด, Adiantaceae 7 ชนิด และ Pteridaceae 5 ชนิด จัดเป็นพืชที่เจริญบนดิน 24 ชนิด พืชอิงอาศัย 2 ชนิด และพืชที่เจริญบนหิน 4 ชนิด และมีถิ่นอาศัยมากกว่า 1 แบบ จำนวน 8 ชนิด (วลีณี ไชว์พันธุ์ และคณะ, 2554)

ปี 2555 มณฑล นอแสงศรี และคณะ ศึกษาความหลากหลายของพืชมีท่อลำเลียงบริเวณเขาหินปูนในวนอุทยานถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน จังหวัดเชียงราย ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเขาหินปูนกับร่องห้วย พบพรรณไม้จำนวน 355 ชนิด ใน 239 สกุล 96 วงศ์ เป็นกลุ่มเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์น 35 ชนิด ใน 18 สกุล 11 วงศ์ ที่น่าสนใจคือ พบ *Adiantum membranifolium* S.Linds. & Suksathan บริเวณหน้าผาเขาหินปูน ที่ผ่านมามีรายงานพบเฉพาะที่ดอยเชียงดาว และดอยอ่างขาง นอกจากนี้ยังพบดอกใต้ดิน (*Sauropus poomae* Welzen & Chayamarit) เป็นไม้พุ่มขนาดเล็กพบเฉพาะบริเวณหน้าผาหินปูนที่ชื้นและเป็นร่มเงา โมกพะวอ (*Wrightia tokiae* D.J. Middleton) เป็นพืชชนิดใหม่และพืชถิ่นเดียวของประเทศไทย ที่ก่อนหน้านี้มีรายงานพบที่จังหวัดตากเท่านั้น และนางออน (*Tirpitzia*

*bilocularis* Suksathan & K.Larsen) เป็นพืชถิ่นเดียวของไทย พบตามเขาหินปูนในจังหวัดเชียงรายและพะเยา (Norsaengsri, Tathana and Yenjaem, 2012)

## 2.2 พื้นที่ศึกษา

### 2.2.1 สภาพภูมิประเทศ

ลักษณะพื้นที่ของจังหวัดเลยโดยทั่วไปเป็นภูเขาสูง สลับซับซ้อน ลดหลั่นเรียงรายลักษณะคล้ายคลื่นทะเล ตัวเมืองมีภูเขาล้อมรอบคล้ายกระทะใบบัว (ศิลาปรกร, 2542) ซึ่งบริเวณอำเภอหนองหิน และอำเภอผาขาว สภาพภูมิประเทศเป็นภูเขาหินปูนสูงชัน กระจายอยู่ทั่วพื้นที่จำนวนมาก บริเวณนี้พบภูเขาหินปูนที่มีการสึกกร่อนมาก มีทั้งที่เป็นภูเขาลูกโดด อยู่ระเกะระกะ คล้ายลอมฟาง และเขาหินปูนที่เกิดต่อเนื่องกันทำให้เกิดทิวทัศน์ตามธรรมชาติที่สวยงาม (ไพบุลย์ บุญไชย, 2549)

สวนหินผางาม ตั้งอยู่ที่ บ้านผางาม ตำบลปวนพุก อำเภอหนองหิน จังหวัดเลย เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีลักษณะเป็นเทือกเขาหินปูน มีรูปแบบภูมิประเทศแบบคาสต์ที่งดงาม ในเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 14.4 ตร. กม. ประกอบด้วยภูเขาหินปูนขนาดใหญ่ 3 ลูก และมีภูเขาหินปูนขนาดเล็กอีกไม่ต่ำกว่า 500 ลูก (รุ่งโรจน์ จุกมงคล, ปณต ไกรโรจนานันท์ และ มงคลสวัสดิ์ เหลืองวรพันธ์, 2550) บนพื้นที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 500-850 ม. จุดเด่นอยู่ที่ลักษณะเขารูปทรงต่าง ๆ ที่มีหน้าผาสูงชัน โพรงหิน ถ้ำ และมีน้ำตก 2 แห่ง คือ น้ำตกเพ็ญดินและน้ำตกสวนหอม สร้างทัศนียภาพที่มีความงดงามคล้ายคลึงกับป่าหินที่เมืองคุนหมิง ประเทศจีน จึงได้ชื่อว่า คุนหมิงเมืองไทย เปิดเป็นแหล่งท่องเที่ยวอย่างเป็นทางการมาตั้งแต่ปลายปี พ.ศ. 2540 และปัจจุบันมีการเปิดพื้นที่ให้นักท่องเที่ยวเข้าเที่ยวชมประมาณร้อยละ 30 ของพื้นที่

### 2.2.2 ลักษณะธรณีวิทยา

สภาพธรณีวิทยาของจังหวัดเลย บริเวณเทือกเขาสูงทางด้านตะวันตก ส่วนใหญ่ ประกอบด้วย หินทราย หินทรายแป้ง ทางด้านตอนกลาง ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินทราย หินทรายแป้ง หินดินดาน หินแก้วภูเขาไฟ หินไรโอไลต์ พบการแทรกดันตัวของหินแกรนิต ทางด้านทิศเหนือของอำเภอเมือง อำเภอท่าลี่ และอำเภอเชียงคาน ส่วนเทือกเขาทางด้านตะวันออก ประกอบด้วย หินดินดาน หินปูน หินทราย และบางจุดพบการแทรกดันตัวของหินอัคนี ซึ่งผลการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกบริเวณนี้ในอดีต ทำให้ชั้นหินเกิดการยกตัวขึ้นเป็นเทือกเขาสูงชัน บริเวณสวนหินผางาม ตำบลปวนพุก อำเภอหนองหิน และพื้นที่ใกล้เคียงประกอบด้วยหินปูนสีเทาดำ สีเทา สีเทาอ่อน ถึงสีขาว แบบมวลเนื้อหิน ขนาดชั้นหนาถึงหนามาก ในบางบริเวณ เป็นเนื้อแบบมวลเม็ด มีหินดินดานสีน้ำตาล หินดินดานเนื้อแคลคาเรียส (calcareous) สีเทาแกมเขียว และหินทรายสีน้ำตาลแดงแทรกอยู่ด้านล่างของลำดับหิน มีหินเชิร์ตแทรกสลับอยู่บ้าง แสดงชั้นชัดเจน ซึ่งบางที่มักเห็นการโค้งงอ และบางส่วนแสดงการเกิดผลึกใหม่

(recrystallization) ซึ่งแสดงว่าได้ผ่านการแปรสภาพ ในหินมีซากดึกดำบรรพ์หลายชนิด เช่น คดข้าวสาร (fusulinid) ไบรโอซัว (bryozoas) แบริคซิโอพอด (brachiopods) และปะการัง (corals) เป็นต้น มีอายุอยู่ในยุคเพอร์เมียน หรือประมาณ 286-258 ล้านปีก่อน จัดอยู่ในหมวดหินอีเลิร์ต (E-lert formation) ของกลุ่มหินราชบุรี (Rachaburi group) โดยสวอนหินผางามเกิดจากกระบวนการทางธรณีวิทยา 2 กระบวนการ คือ กระบวนการผุพังอยู่กับที่ (weathering) และการกร่อน (erosion) ทำให้เกิดเป็นหน้าผา หลุมยุบ โขดหิน โฟรง และถ้ำ (สำนักธรณีวิทยา, 2550)

### 2.2.3 ลักษณะปฐพีวิทยา

สภาพปฐพีวิทยาของจังหวัดเลย ประกอบด้วยชุดดินหางดง ชุดดินพาน ชุดดินราชบุรี ชุดดินแม่ลาย มีการระบายน้ำเร็ว หรือค่อนข้างเร็ว มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นด่างอ่อนประมาณ 6.0-8.0 กลุ่มดินเหล่านี้มีสภาพพื้นที่ราบเรียบเหมาะทำนา บริเวณสวอนหินผางาม และพื้นที่โดยรอบ ประกอบด้วยพื้นที่ภูเขา ซึ่งมีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 35 ดินที่พบมีทั้งดินลึกและดินตื้น ลักษณะของเนื้อดินและความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติแตกต่างกันไป แล้วแต่ชนิดของหินต้นกำเนิดในบริเวณนั้น ซึ่งบางบริเวณเนื้อดินเป็นพวกดินเหนียวหรือดินร่วนที่มีเศษหินปะปนมากและพบชั้นหินพื้น ลึก 50-80 ซม. มีสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยถึงเนินเขาดินมีสีน้ำตาล สีน้ำตาลปนแดง เกิดจากการสลายตัวผุพังอยู่กับที่ หรือการสลายตัวผุพังอยู่กับที่แล้วถูกเคลื่อนย้ายมาทับถมในระยะทางไม่ไกลของวัสดุเนื้อละเอียดที่มาจากหินตะกอน หรือหินอัคนี มักมีเศษหิน ก้อนหินหรือหินพื้นใฝ่ล่อกระจัดกระจายทั่วไป ดินตื้นถึงชั้นหินพื้น มีการระบายน้ำได้ดี ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำถึงปานกลาง pH 5.0-7.5 ส่วนใหญ่ยังปกคลุมด้วยป่าไม้ประเภทต่าง ๆ เช่น ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง หรือป่าดิบชื้น หลายแห่งมีการทำไร่เลื่อนลอยโดยปราศจากมาตรการในการอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน จนบางแห่งเหลือแต่หินพื้นใฝ่ล่อ (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2548)

### 2.2.4 สภาพภูมิอากาศ

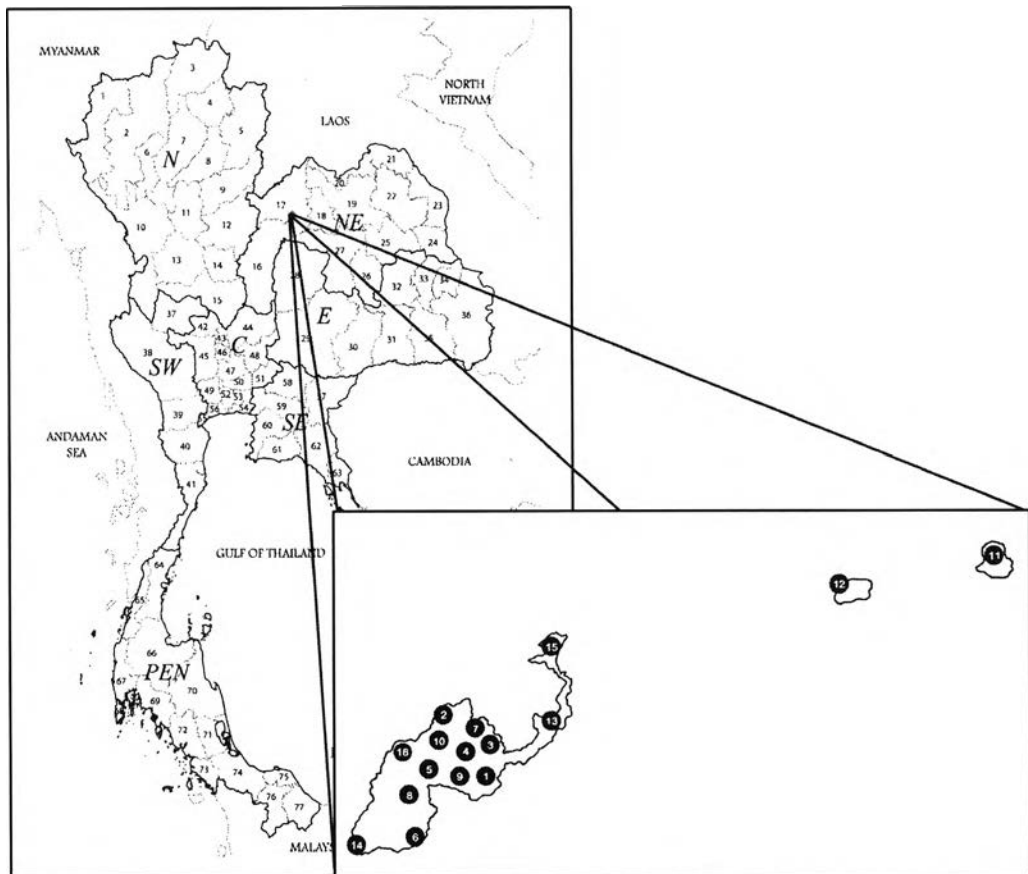
จังหวัดเลยตั้งอยู่เหนือสุดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และตั้งอยู่ในแนวเทือกเขาเพชรบูรณ์ ซึ่งสภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นภูเขาสูง และล้อมรอบด้วยภูเขาสลับซับซ้อน ส่งผลให้สภาพภูมิอากาศแบ่งออกเป็น 3 ฤดูคือ ฤดูร้อน อากาศร้อนมาก เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์จนถึงเดือนเมษายน ฤดูฝน ฝนตกชุก ซึ่งฤดูฝนแบ่งเป็น 2 ช่วง ช่วงแรกเริ่มตั้งแต่ปลายเดือนเมษายนถึงกรกฎาคม จากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ช่วงหลังเริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม จากอิทธิพลของพายุดีเปรสชันในทะเลจีนใต้ และฤดูหนาว อากาศหนาวจัด โดยเริ่มตั้งแต่ปลายเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ จากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดพาเอาอากาศหนาวและแห้งแล้งจาก

ประเทศจีน มาปกคลุมภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (สำนักงานเกษตรจังหวัดเลย, 2552 : ออนไลน์; ศิลปากร, 2542)

ข้อมูลสภาพอากาศระหว่างปี พ.ศ. 2513 - พ.ศ. 2553 จากสถานีอากาศเกษตรเลย จังหวัดเลย ซึ่งตั้งอยู่ห่างจาก สวนหินผางาม เป็นระยะทางประมาณ 45 กม. ระบุว่า อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี วัดได้ 25.67 องศาเซลเซียส เดือนเมษายนเป็นเดือนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งเดือนสูงที่สุด วัดได้ 28.46 องศาเซลเซียส และเดือนธันวาคมเป็นเดือนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งเดือนต่ำที่สุด วัดได้ประมาณ 21 องศาเซลเซียส ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยทั้งปี วัดได้ประมาณ 72% เดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยมากที่สุด วัดได้ประมาณ 79% และเดือนมีนาคมเป็นเดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยน้อยที่สุด วัดได้ประมาณ 63% ปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยทั้งปี วัดได้ประมาณ 1,243 มม. ปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปี วัดได้ประมาณ 103 มม. เดือนที่มีฝนตกเฉลี่ยมากที่สุด คือเดือนกันยายน วัดได้ 247.4 มม. และมีจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยมากที่สุด คือ 18 วัน เดือนมกราคมเป็นเดือนที่มีฝนตกเฉลี่ยน้อยที่สุด วัดได้ 4.5 มม. เดือนธันวาคม และเดือนมกราคมเป็นเดือนที่มีจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 1 วัน (อุตุนิยมวิทยา, 2553ก)

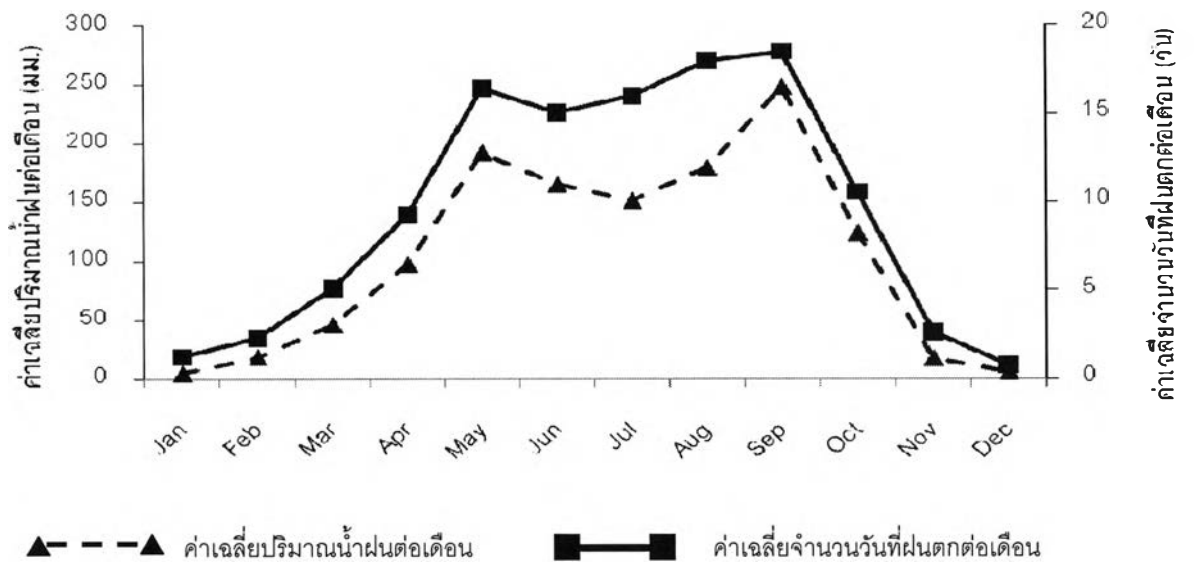
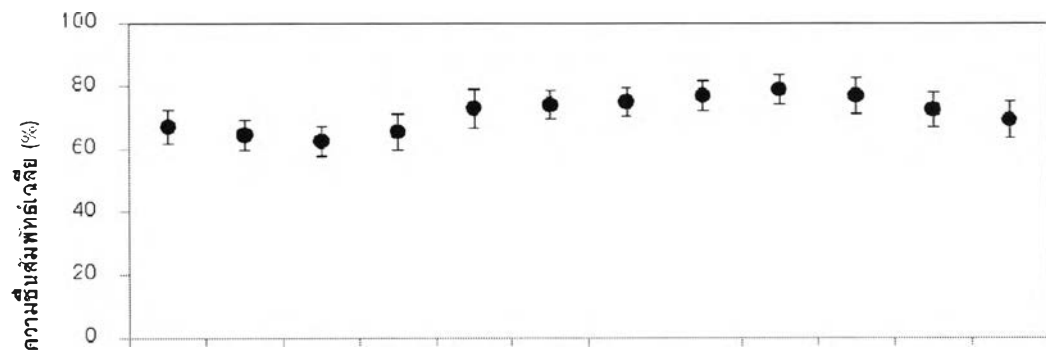
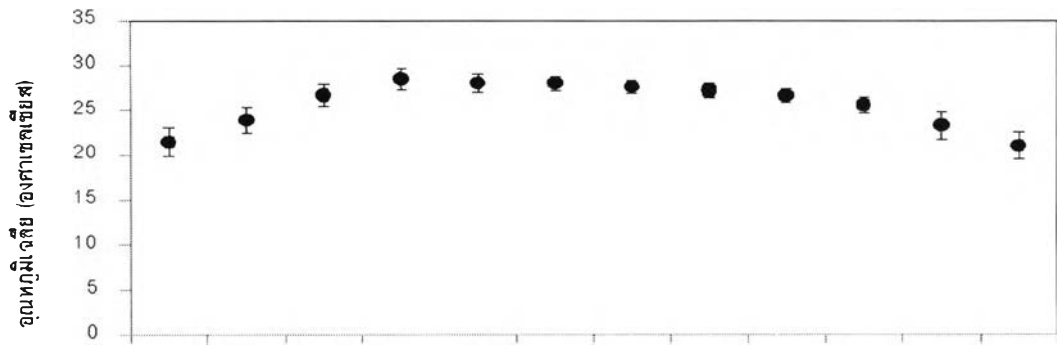
### 2.2.5 พืชพรรณ

พื้นที่ป่าบริเวณวนอุทยานผางามประกอบด้วยป่าดิบแล้ง (dry evergreen forest) ที่มีเรือนยอดแน่นทึบ แต่ไม่สูงมากนัก และเขียวชอุ่มตลอดปี และป่าเบญจพรรณ (mixed deciduous forest) มีลักษณะเป็นป่าโปร่งประกอบด้วยไม้ต้นขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก พรรณไม้ที่พบได้ทั่วไปในบริเวณโดยรอบได้แก่ ยางนา กระบาก ประดู่ ตะเคียน ชิงชัน แดง กระบก และมะค่าโมง เป็นต้น พรรณไม้เด่นที่พบบนเขาหินปูน ได้แก่ ประเฆา ยมหิน จันทน์ผา จันทน์แดง ซึ่งต้นไม้ที่อยู่บนภูเขาหินปูนจะมีลักษณะแคระแกร็น ลำต้นสั้น แผ่กว้างบริเวณโคน (ธวัชชัย สันติสุข, 2555)



ภาพที่ 2.1 แผนที่ประเทศไทยแสดงที่ตั้งพื้นที่ศึกษา วนอุทยานผางาม และพื้นที่เขานินปูนใกล้เคียง อำเภอหนองหิน และอำเภอผาขาว จังหวัดเลย





ภาพที่ 2.2 ข้อมูลสภาพอากาศ ระหว่างปี พ.ศ. 2513 - พ.ศ. 2553 จากสถานีอากาศเกษตรเลย์ จังหวัดเลย์ ตั้งอยู่ห่างจาก สวนหินผางาม เป็นระยะทาง 45 กม. (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2553ก)

## 2.3 การศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของพืช

การศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของพืชส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการศึกษาทางอนุกรมวิธาน และวิวัฒนาการของพืช แต่การศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการปรับตัวในบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกันที่ผ่านมายังมีการศึกษาน้อย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในไม้ดอกโดยเฉพาะในพวกไม้ผล ไม้ต้น เนื่องจากเป็นการศึกษาที่สามารถเพิ่มเติมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและสามารถนำไปต่อยอดในการปรับปรุงพันธุ์ให้ทนต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปได้ ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้ศึกษาการปรับตัวของพืชได้ เช่น ตำแหน่งและจำนวนของปากใบ ความหนาของผิวเคลือบคิวตินและผนังเซลล์ของเนื้อเยื่อชั้นผิวที่แผ่นใบ ความหนาและจำนวนชั้นของแพลิวคิเดพาเรงคิมา เป็นต้น (Lee and Li, 1981; Bosabalidis and Kofidis, 2002; Abulfatih, 2003)

พืชทนแล้ง (xerophytes) คือพืชที่สามารถเจริญเติบโตอยู่ได้ในบริเวณที่มีสภาพแห้งแล้ง ดังนั้นพืชจึงต้องปรับตัวโดยการพัฒนาลักษณะและโครงสร้างต่างๆ ภายในให้สามารถเจริญเติบโตอยู่ในบริเวณที่มีสภาพแห้งแล้งได้ (Fahn, 1989) ความสามารถหรือวิธีในการต้านทานความแห้งแล้งของพืชแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ พวกที่ทนความแห้งแล้ง (drought resistance) และพวกที่เลี่ยงความแห้งแล้ง (drought avoidance) โดยพืชที่ทนความแห้งแล้งได้เป็นพืชพวกที่มีวิธีการหรือกลไกที่จะทำให้สามารถอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้งได้ คือสามารถเจริญได้ตามปกติในบริเวณที่แห้งแล้ง โดยไม่ได้แสดงอาการของการขาดน้ำให้เห็น (Esau, 1977; Fahn, 1989; Rudall, 2007; Cutler, Botha and Stevenson, 2008) แต่สำหรับพืชที่เลี่ยงความแห้งแล้งเป็นพืชพวกที่ไม่มีลักษณะหรือคุณสมบัติที่สามารถต้านทานความแห้งแล้งได้ แต่มีวิธีการเลี่ยงความแห้งแล้งได้โดยการสร้างลำต้นใต้ดินเพื่อสะสมอาหารไว้ หรือเมล็ดมีการพักตัว ซึ่งพืชกลุ่มนี้เป็นพืชที่มีอายุสั้น (Brighigna, Bennici, Tani, and Tani, 2002; Kessler and Siorak, 2007)

### 2.3.1 การศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของปากใบ

Salisbury (1927) ศึกษาเกี่ยวกับสาเหตุและความสำคัญทางนิเวศวิทยาของความถี่ (frequency) ของปากใบ จึงได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการหาค่าดัชนีความหนาแน่นของปากใบ (stomatal index) ซึ่งสามารถคำนวณจากสูตร  $I = \frac{S}{S+E} \times 100$

เมื่อ : I = ดัชนีความหนาแน่นของปากใบ (stomatal index)

S = จำนวนปากใบต่อหน่วยพื้นที่

E = จำนวนเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermal cells) ในหน่วยพื้นที่เดียวกัน

จากผลการศึกษาพบว่าใบของพืชที่อยู่กลางแจ้งมีค่าความถี่ของปากใบและค่าดัชนีความหนาแน่นของปากใบสูงกว่าใบที่อยู่ในร่ม ซึ่งการมีความถี่ของปากใบเพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์อย่างชัดเจนกับจำนวนเซลล์เนื้อเยื่อชั้นผิวที่มีมากขึ้นด้วย

Taft (1950) ศึกษาผลของถิ่นอาศัยกับความถี่ของปากใบ พบว่า พืชที่เจริญเติบโตในบริเวณที่กลางแจ้ง มีแสงแดดจัดตลอดวัน ความถี่ของปากใบจะมีค่าสูงมากกว่าของพืชชนิดเดียวกันที่เจริญในที่ร่ม นอกจากนี้ยังพบว่าพืชที่เจริญในบริเวณที่แห้งแล้งจะมีความถี่ของปากใบสูงกว่าพืชที่เจริญในที่ชุ่มน้ำ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าทั้งแสงและความแห้งแล้งเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อจำนวนและความถี่ของปากใบ

การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของปากใบในเฟิร์นพวก Filicopsida จำนวนทั้งหมด 510 ชนิด ใน 240 สกุล พบว่า เฟิร์นมีรูปแบบของปากใบ (stomatal complex) ทั้งหมด 9 รูปแบบ คือ anomocytic, diacytic, cyclocytic, paracytic, hypocytic, pericytic, desmocytic, polocytic และ staurocytic โดยรูปแบบของปากใบมีความสัมพันธ์กับข้อมูลในระดับเซลล์วิทยาซึ่งสามารถใช้เป็นหลักฐานบอกความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม และใช้ในการจัดจำแนกกลุ่มของเฟิร์นได้ (Cotthem, 1970)

พนารัตน์ (1997) ศึกษาปากใบของเฟิร์นบางชนิดในประเทศไทย จำนวน 120 ชนิด ใน 61 สกุล 23 วงศ์ พบว่าเฟิร์นส่วนใหญ่มีปากใบเฉพาะผิวใบด้านล่างเพียงด้านเดียว สามารถจัดจำแนกกลุ่มรูปแบบของปากใบ โดยอาศัยเซลล์ข้างเซลล์คุม (subsidiary cell) เป็นหลัก พบรูปแบบปากใบทั้งหมด 15 รูปแบบ ได้แก่ polocytic, anomocytic, diacytic, copolocytic, anisocytic, pericytic, codiacytic, cyclocytic, tetracytic, actinocytic, paracytic, staurocytic, copericytic และ amphipericytic นอกจากนี้ยังกล่าวไว้ว่า รูปร่างและขนาดของปากใบมีความแตกต่างกันกับชนิดของเฟิร์น และปัจจัยสิ่งแวดล้อม

การศึกษาค้นหาความสัมพันธ์ของความเข้มแสงกับเนื้อเยื่อชั้นผิวที่ผ่านมาสรุปลงได้ว่าความเข้มของปริมาณรังสีต่ำ ความถี่ของจำนวนเนื้อเยื่อชั้นผิวและปากใบต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ลดลง ความกว้างหรือความยาวของปากใบเพิ่มขึ้น ค่าดัชนีความหนาแน่นของปากใบคงที่ แต่จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเซลล์เนื้อเยื่อชั้นผิวและปากใบของต้นกาแฟ (*Coffea arabica* L.) ที่ปลูกกลางแจ้งและในที่ร่มของ Pompelli *et al.* (2010) พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกลักษณะอย่างมีนัยสำคัญระหว่างค่าดัชนีความหนาแน่นของปากใบและค่าความหนาแน่นของปากใบกับค่าความหนาแน่นของเซลล์เนื้อเยื่อชั้นผิวแต่มีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญระหว่างค่าดัชนีความหนาแน่นของปากใบกับพื้นที่ของเซลล์เนื้อเยื่อชั้นผิวโดยต้นกาแฟที่ปลูกในที่ร่มมีค่าดัชนีความหนาแน่นปากใบ 19% ส่วนต้นที่ปลูกกลางแจ้งมีค่าดัชนีความหนาแน่นปากใบ 20% (Pompelli, Martins, Celin, Ventrella and DaMatta, 2010)

### 2.3.2 การศึกษาเกี่ยวกับลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของลำต้นและแผ่นใบของเฟิร์น

ในปี 1963 Hevly ศึกษาลักษณะการปรับตัวของเฟิร์นกลุ่ม Cheilanthoid ที่เจริญเติบโตในบริเวณที่มีสภาพแห้งแล้ง พบว่าเฟิร์นกลุ่มนี้สามารถปรับตัวได้โดย ใบมีขนาดเล็กลงเพื่อลดพื้นที่ผิวใบ มีคิวตินเคลือบที่ผิวใบหนาเพื่อลดการคายน้ำ มีชั้นแพลิวคินมีไซฟิลล์เพิ่มขึ้น และความยาวของเซลล์แพลิวคินเพิ่มขึ้น ปากใบอยู่ระดับต่ำกว่าเนื้อเยื่อชั้นผิวและมีขนาดเล็กลง มีเกล็ดปกคลุมลำต้นหนาแน่น มีขน และต่อมเพิ่มขึ้น

Hovenkamp (1986) ศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของเฟิร์นในสกุล *Pyrosia* พบว่า ลำต้นมีมัดท่อลำเลียง 3-13 มัด ระบบเนื้อเยื่อพื้นเป็นพาเรงคิมา มีหรือไม่มีสเกลอเรนคิมาแทรกอยู่ แผ่นใบมีเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนที่มีผนังเซลล์หนา ไม่มีปากใบ มีหรือไม่มีเนื้อเยื่อชั้นรองจากผิว (hypodermis) มีไซฟิลล์ประกอบด้วยเซลล์แพลิวคินพาเรงคิมาเรียงกัน 1-4 ชั้น และเซลล์สปองจีพาเรงคิมา เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่างมีผนังเซลล์บาง ส่วนมากมีปากใบแบบ pericytic หรือ แบบ desmocytic โดยปากใบจะอยู่สูงกว่าเนื้อเยื่อชั้นผิวน้อย หรือระดับเดียวกับเนื้อเยื่อชั้นผิว บางชนิดมีปากใบเกิดอยู่ระดับต่ำกว่าเนื้อเยื่อชั้นผิว

Bosman (1991) ศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของเฟิร์นในสกุล *Micosorum* พบว่าลำต้นมีสตีลแบบดิกไทโอสตีล ระบบเนื้อเยื่อพื้นเป็นพาเรงคิมา มีสเกลอเรนคิมาแทรกอยู่อย่างกระจัดกระจาย ในเซลล์สเกลอเรนคิมา มีสารสีน้ำตาล แผ่นใบประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนและด้านล่าง มีผนังเซลล์บาง ปากใบพบเฉพาะด้านล่างของแผ่นใบเท่านั้น ส่วนมากมีรูปแบบของปากใบแบบ polocytic หรือแบบ copolocytic อยู่ระดับเดียวกับเนื้อเยื่อชั้นผิว มีรูหยาดน้ำที่ด้านบนของแผ่นใบ เกิดที่ปลายเส้นใบอิสระ ชั้นมีไซฟิลล์มีลักษณะเหมือนกัน (homogenous) ประกอบด้วย เซลล์สปองจีพาเรงคิมาเรียงกัน 3-10 ชั้น

Gracano, Azevedo and Prado (2001) ได้ศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของแผ่นใบของเฟิร์นในวงศ์ Pteridaceae จำนวน 57 ชนิด ใน 27 สกุล 15 วงศ์ พบว่า เฟิร์นสกุล *Adiantum*, *Hemionitis*, *Pityrogramma* และ *Pteris* มีแผ่นใบเรียบเกลี้ยงหรือมีขนและเกล็ดปกคลุม เนื้อเยื่อชั้นผิวมีหนึ่งชั้นและมีเซลล์พวกสเกลอริต (sclereides) แทรกปนอยู่ ในสกุล *Adiantum* และ *Pityrogramma* พบเซลล์สเกลอริตเรียงในแนวขนาน หรือเฉียง หรือมีอยู่เฉพาะบริเวณเส้นใบ ในสกุล *Pteris* มีเซลล์สเกลอริตเฉพาะบริเวณขอบใบเท่านั้น ในขณะที่สกุล *Hemionitis* ไม่มีสเกลอริต รูปแบบของปากใบของเฟิร์น สกุล *Adiantum*, *Hemionitis* และ *Pityrogramma* เป็นแบบ anomocytic หรือแบบ diacytic แต่ในสกุล *Pteris* เป็นแบบ polocytic และ copolocytic ระบบเนื้อเยื่อพื้นภายในแผ่นใบมีเซลล์ที่มีลักษณะเหมือนกัน (homogeneous) มีเซลล์ที่มีรูปร่างหยักเว้าลึก

Murtaza (2006) ศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์และเรณูวิทยาของ *Polystichum nigroplacium* (Christ) Diels, *Woodwardia unigemmata* (Makino) Nakai, *Asplenium adiantum-nigrum* L. และ *Adiantum capillus-veneris* L. ใน Neelum valley ประเทศปากีสถาน พบว่า แกนกลางใบประกอบของ *Polystichum nigroplacium*, *Woodwardia unigemmata* และ *Asplenium adiantum-nigrum* มีสตีลแบบไดอาร์ค (diarch) ถึง เททราอาร์ค (tetrarch) และแกนกลางใบประกอบของ *Adiantum capillus-veneris* มีเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวที่มีหนังหนาและผิวเคลือบคิวตินหนา มีเนื้อเยื่อชั้นรองจากผิวและระบบเนื้อเยื่อพื้น ประกอบด้วยเซลล์พาเรเนไคมาที่มีช่องว่างระหว่างเซลล์

Kessler and Siorak (2007) ศึกษาลักษณะการขาดน้ำและการได้รับน้ำอีกครั้งของเทอริโดไฟต์จำนวนทั้งหมด 43 ชนิด เพื่อประเมินความแปรผันของความสามารถในการปรับตัวในช่วงฤดูแล้งของเทอริโดไฟต์ จากผลการศึกษาศาสตร์สามารถจัดจำแนกกลุ่มของเทอริโดไฟต์ตามลักษณะของการขาดน้ำและการได้รับน้ำ ซึ่งมีตั้งแต่กลุ่มที่เป็นแบบพืชที่ชื้น (mesomorphism) จนถึงกลุ่มที่เป็นแบบพืชทนแล้ง (xeromorphism) ซึ่งเมื่อเกิดการขาดน้ำแผ่นใบจะแสดงอาการหดรัด บิด ม้วนงอ แต่เมื่อได้รับน้ำอีกครั้ง แผ่นใบจะแผ่กางออกกลับฟื้นคืนสู่สภาพปกติ แสดงให้เห็นว่าเทอริโดไฟต์บางชนิดมีความสามารถในการปรับตัวซ้ำได้หลายครั้งในช่วงฤดูแล้ง

### 2.3.3 การศึกษาเกี่ยวกับลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของลำต้นและแผ่นใบของพืชดอก

Lee and Li (1981) ศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของพืชทนแล้ง 9 ชนิด พบว่าแผ่นใบมีเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวที่มีผนังเซลล์หนา ผิวเคลือบคิวตินหนา ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นผิวมีเนื้อเยื่อชั้นรองจากผิว ชั้นแพลิวเคดเจริญดี ประกอบด้วยเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ (chloroplast) ในภาคตัดขวางของลำต้น มีอัตราส่วนระหว่างความกว้างของคอร์เท็กซ์กับเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นสูงกว่าพืชที่ขึ้นปานกลาง (mesophyte) แต่ในทางกลับกันมีอัตราส่วนระหว่างความกว้างของคอร์เท็กซ์กับเส้นผ่านศูนย์กลางของรากต่ำ

Ashton and Berlyn (1992) ศึกษาการปรับตัวของใบพืชในสกุล *Shorea* 4 ชนิด เปรียบเทียบระหว่างใบของต้นที่ปลูกกลางแจ้งและใบของต้นที่ปลูกในร่ม พบว่า มี 3 ชนิด คือ *S. trapezifo*, *S. megistophy* และ *S. distich* ต้นที่ปลูกกลางแจ้งมีความหนาของแผ่นใบและความหนาของผิวเคลือบคิวตินมากกว่าต้นที่ปลูกในร่ม และความหนาของผิวเคลือบคิวตินมีความสัมพันธ์กับปริมาณการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ (Net photosynthesis) และพบว่าพืชในสกุล *Shorea* ทั้ง 4 ชนิด ที่ปลูกกลางแจ้งมีความยาวของชั้นแพลิวเคดพาเรเนไคมาและความถี่ของปากใบมากกว่าชนิดที่ปลูกในร่ม

ต่อมา Bosabalidis and Kofidis (2002) ได้ศึกษาผลของความแห้งแล้งที่มีต่อลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของแผ่นใบมะกอก (*Olea europaea* L.) พบว่าความแห้งแล้งมีผลให้แผ่นใบมีขนาดของเซลล์เนื้อเยื่อชั้นผิวและเซลล์มีไซฟิลล์เล็กลงแต่มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ผิวเคลือบคิวตินหนาขึ้น ปากใบมีขนาดเล็กลงแต่มีจำนวนมากขึ้น และมีขนเพิ่มขึ้น

Abulfatih (2003) ศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของแผ่นใบพืชดอกที่ทนแล้งทั้งพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ในประเทศกาตาร์ 11 ชนิด พบว่า ส่วนใหญ่ใบมีลักษณะเป็นแผ่นแบนถูกเคลือบด้วยคิวตินที่มีความหนาแตกต่างกัน มีเนื้อเยื่อชั้นผิว 1 ชั้น เซลล์แพลิวคิเดยาว เรียงซ้อนกันหลายชั้น และมีคลอโรพลาสต์มาก ปากใบอยู่ระดับเดียวกับเนื้อเยื่อผิวหรือจมลงเล็กน้อย และมีขนหนาแน่นที่ผิวใบ สำหรับพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะมีเซลล์ม้วน (bulliform cell) มีบทบาทสำคัญในการทำให้ใบม้วนเข้าหรือกางออกได้

Morais *et al.* (2004) ศึกษาการปรับลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของแผ่นใบของกาแฟ (*Coffea arabica* L.) ที่ปลูกภายใต้ร่มเงาของต้น *Cajanus cajan* (Pigeonpea) พบว่าใบของต้นที่ปลูกกลางแจ้งมีผิวเคลือบคิวตินและผนังของเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวนานกว่าใบของต้นที่ปลูกภายใต้ร่มเงา เซลล์แพลิวคิเดยาวเรียงคึกยาว มีช่องระหว่างเซลล์น้อย และมีปากใบจำนวนมาก และพบว่าต้นที่ปลูกกลางแจ้งมีค่าปริมาณการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ (Net photosynthesis) สูงกว่าต้นที่ปลูกในร่ม

Ennajeh *et al.* (2010) ศึกษาเปรียบเทียบลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของแผ่นใบมะกอก (*Olea europaea* L.) พันธุ์ปลูก 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ที่ต้านทานความแห้งแล้ง (drought-resistant) และพันธุ์ที่ไวต่อความแห้งแล้ง (drought-sensitive) พบว่าลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของแผ่นใบมีความแปรผันขึ้นกับพันธุ์และปริมาณน้ำที่พืชได้รับ เมื่ออยู่ในสภาวะขาดน้ำหรือได้รับน้ำน้อย กล่าวคือ เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนและด้านล่างหนาขึ้น มีขนเพิ่มขึ้น และมีความหนาแน่นของปากใบเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งความหนาของเนื้อเยื่อชั้นแพลิวคิเดยาวเรียงคึกมาเพิ่มขึ้นด้วย

จากการศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของพืชกลุ่มต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมานั้นเป็นการปรับตัวของพืชเพื่อให้สามารถเจริญเติบโตและดำรงชีวิตอยู่ได้ในบริเวณที่มีความแห้งแล้ง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในไม้ดอก แต่การศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของเฟิร์นชนิดเดียวกันที่สามารถขึ้นได้ทั้งบนเขาหินปูนและในถิ่นอาศัยอื่นยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อน ซึ่งยังต้องการข้อมูลการปรับตัวของเฟิร์นเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มเติมข้อมูลของการศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของการปรับตัวของพืช และสามารถนำไปต่อยอดงานวิจัยทางด้านอื่น ๆ ต่อไป