

## บทที่ 4

### พืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงไม่มีเมล็ด (Seedless Vascular Plants)

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าพวกพืชที่มีเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำและอาหาร แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มพืชมีเมล็ด และกลุ่มพืชไม่มีเมล็ด พวกพืชที่ไม่มีเมล็ดบางที่เรียกว่าพวก **Vascular Cryptogam** ส่วนพวกที่มีเมล็ดเรียกพวก **Vascular phanerogam**

การที่พืชนี้ทุกชนิดมีเนื้อเยื่อลำเลียงเกิดอยู่ในต้นสปอโรไฟต์เท่านั้น ทำให้ใช้เป็นหลักฐานยืนยันได้ว่าพืชเหล่านี้มีบรรพบุรุษร่วมกัน สมัยเดิมได้จัดพืชที่มีเนื้อเยื่อลำเลียงไว้ในดิวิชันเดียวคือ ดิวิชัน Tracheophyta (เป็นชื่อที่เชื่อว่า มีเนื้อเยื่อลำเลียง) ต่อมาจึงแบ่งออกเป็นหลายดิวิชันในพืชไม่มีเมล็ดเองยังแยกออกเป็น 4 ดิวิชัน คือ

Division Psilophyta

Division Microphylophyta

Division ArthropHYta

Division Pterophyta

#### DIVISION PSILOPHYTA

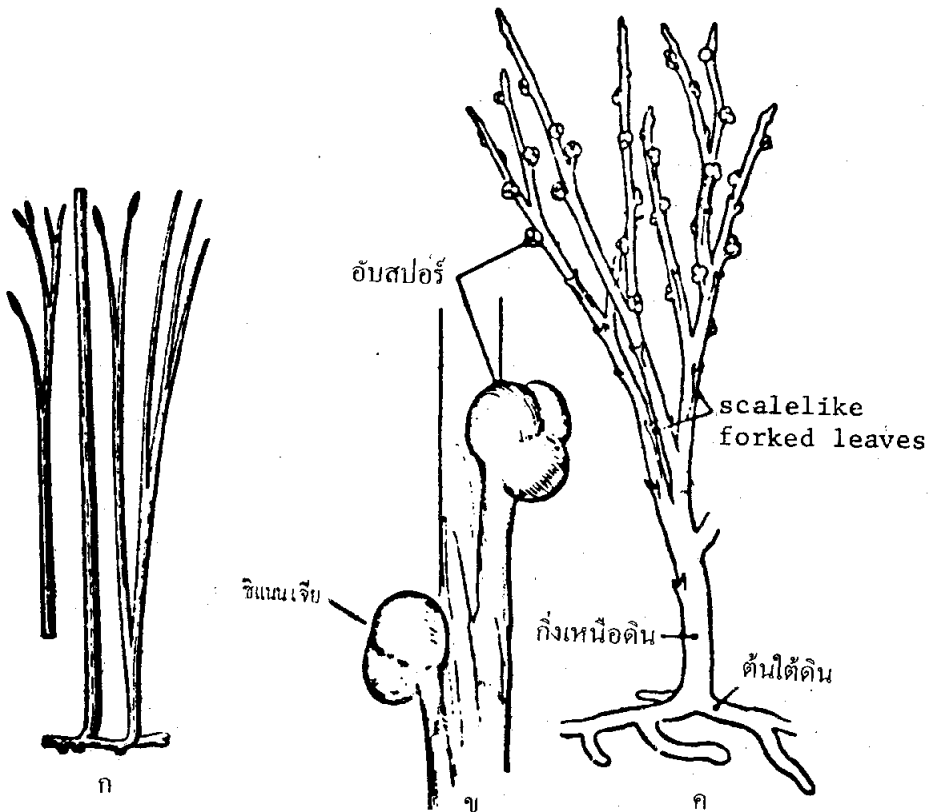
ในกลุ่มพืชที่สูญพันธุ์ไปแล้วตั้งแต่สมัย Devonian (ตารางที่ 3.1) พบมีพืชที่มีท่อลำเลียงหลายชนิดที่ไม่มีใบและรากรวมอยู่ด้วย ตัวอย่างได้แก่ *Rhynia* (ภาพที่ 4.1 ก) พืชกลุ่มเดียวกับ *Rhynia* ที่ยังเหลืออยู่ในปัจจุบันมี 2 สกุลคือ *Psilotum* และ *Tmesipteris* ทั้ง *Psilotum* และ *Rhynia* จะมีการจัดระเบียบของอวัยวะคล้ายกัน เป็นแบบที่พบน้อยมากในปัจจุบัน พืชที่จัดว่าเจริญที่สุดในกลุ่มนี้ได้แก่พืชในสกุล *Tmesipteris* (ภาพที่ 4.2 ง) คือมีอวัยวะที่มีลักษณะคล้ายใบ แต่ลักษณะอื่น ๆ ก็ยังคล้ายกับพืชพวก *Psilotum* อยู่ ซึ่งจะได้อธิบายถึงพืชทั้งสองชนิดต่อไป

#### Psilotum

*Psilotum* เรียกชื่อสามัญว่า whisk fern หรือ หวายทะนอย เป็นพืชล้มลุกที่จัดว่าค่อนข้างโบราณ มีต้นที่เจริญกว่า thallus เล็กน้อย ไม่มีใบแต่มีแต่อวัยวะที่คล้ายใบเกล็ด ไม่มีรากที่เป็นลักษณะเด่นที่สุด ทรงตัวอยู่ได้เพราะไรโซมใต้ดิน มีการแตกกิ่งแบบโบราณคือ แตกกลายเป็น 2 กิ่ง ต้นพืชสูงประมาณ 1-2 ฟุต มีเนื้อเยื่อลำเลียงเกิดขึ้นทั้งต้นบนดินและไรโซมใต้ดิน พบขึ้นทั่วไปทั้งในเขตร้อนและเขตอบอุ่น เช่น แถบประเทศพม่า ไทย ฮาวายและฟลอริดา เป็นต้น

อาจขึ้นอยู่กับนิเวศหรือขึ้นเกาะบนต้นไม้อื่น ไลโซมมีการแตกปลายกิ่งเป็น 2 กิ่งเช่นกัน บริเวณปลายไรโซมจะมีต้นลีเซียวแทงขึ้นมาเหนือดินเป็นต้นบนดินที่มีขนาดผอม และมีระยางค์เล็ก ๆ คล้ายใบเกล็ดยื่นออกไป เรียก Bracts หรือ Prophylls ที่ส่วนใหญ่จะเรียกว่าใบ ใบจะเรียงเวียนโดยรอบ สังเคราะห์แสงได้ *P. nudum* พบไม่มีเส้นกลางใบหรือเนื้อเยื่อลำเลียง ส่วน *P. flacidum* มีเส้นกลางใบบริเวณโคนใบ เนื้อเยื่อลำเลียงเป็นแบบง่าย ๆ ที่มีแต่เทรคีด โฟเอดไม่ค้อยเจริญ ไม่มีแคมเปียม ต้นจึงไม่กว้างต้นมีสตีลชนิดโพโรสตีล (แอคทีโนสตีล) หรือซิโฟโนสตีล ทั้งนี้เพราะบริเวณกลางต้นจะมีเซลล์พวกสเคอเรนคิมา เป็นเซลล์ที่ไม่มีชีวิต มีผนังเซลล์หนาที่อาจจะเป็ได้ทั้ง sclerotic pith (ซิโฟโนสตีล) หรือเป็นไซเลมที่ล้อมรอบด้วยโฟเอด (โพโรสตีล) รอบนอกสตีลคือชั้น เอนโดเดอริมิส (ภาพที่ 4.2 ก)

คอร์เทกซ์ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 กลุ่ม เรียงกันเป็นชั้น ๆ รอบลำต้น (ภาพที่ 4.2 ก) กลุ่มนอกสุดอยู่ติดกับชั้นผิวนอก ประกอบด้วยเซลล์ที่มีลีเซียว จึงทำหน้าที่สังเคราะห์แสงถัดเข้ามาประกอบด้วยเซลล์พวกสเคอเรนคิมา ชั้นในสุดเป็นกลุ่มเซลล์พวกพาเรนคิมา ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหาร



ภาพที่ 4.1 ก. *Rhynia major* เห็นอับสปอร์ที่ปลายกิ่ง ข-ค. *Psilotum* เห็นซิแนนเจียที่มี 3 พู (Brown, 1969)

กิ่งที่ตั้งตรงขึ้นไปมักมีคิวตินหนา มีปากใบและเซลล์คุม ต้นหวายทะนอยไม่มีรากแต่ที่บริเวณผิวของไรโซมอาจพบไรโซยด์ที่ประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์ทำหน้าที่ดูดน้ำ อาจพบมีฟังไจมาเกิดอยู่ในเซลล์ชั้นคอร์เทกซ์ การอยู่ร่วมกันระหว่างฟังไจในไรโซม หรือราก ของพืชที่มีท่อลำเลียงนั้นเรียกว่า **Mycorrhiza**

ต้นพืชที่โตเต็มที่จะสร้างซิแนเนเจีย (Synangia) ขึ้นบนกิ่งสั้น ๆ ที่แตกออกตรงด้านข้างของลำต้น มีลักษณะเป็นพู 3 พู ที่แต่ละพูคืออับสปอร์และมีใบรองดอก 2 ใบรองรับ ดังนั้นซิแนเนเจียจึงจัดเป็นส่วนของต้น เมื่อสปอร์แก่แต่ละพูของซิแนเนเจียจะแตกออก ภายในมีไมโอสปอร์เหมือนในพืชพวกลิเวอร์เว็ด มอส และพืชที่มีเนื้อเยื่อลำเลียงอื่น ๆ สปอร์มีขนาดเดี่ยว รูปร่างรี ๆ มีผนังเรียบ งอกและเจริญเติบโตเป็นต้นแกมิโทไฟต์ที่แยกเป็นอิสระ สปอร์จะงอกช้ามาก เช่นถ้านำไปเลี้ยงหรือสปอร์ตกลงไปในที่ที่เหมาะสมต่อการงอก อาจใช้เวลาถึง 6 เดือนจึงจะงอก

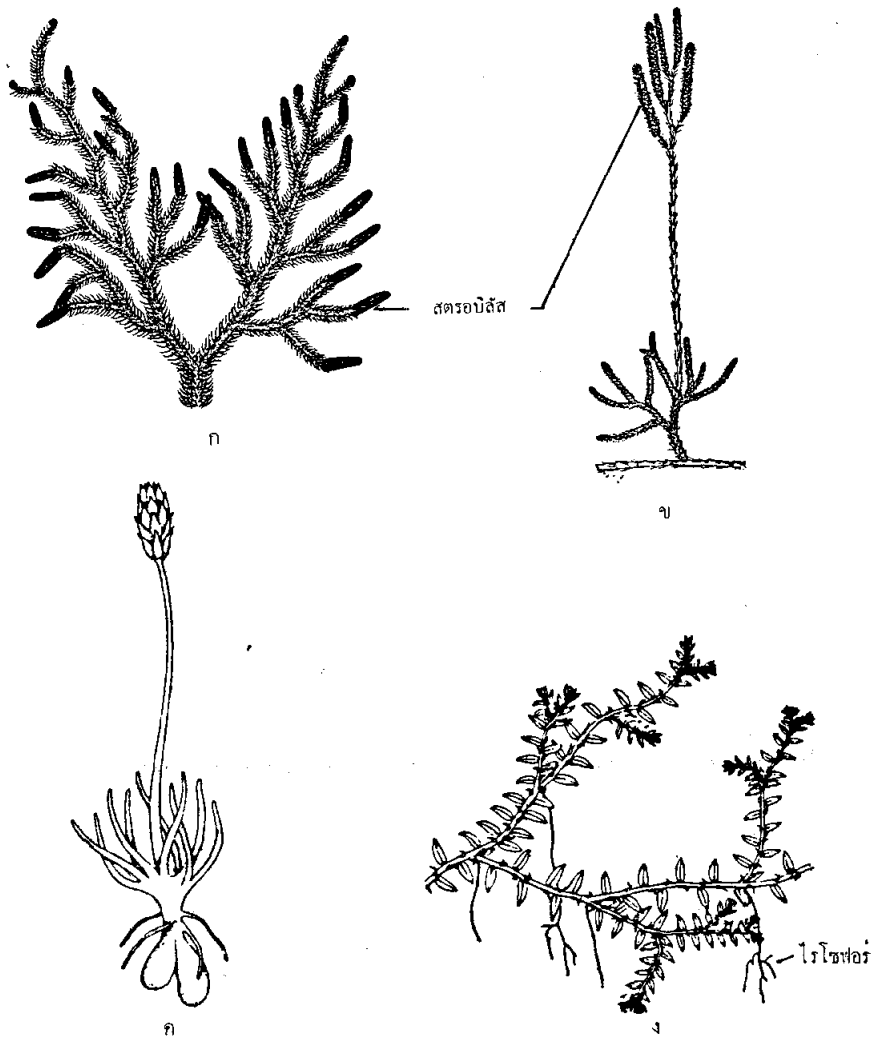
ต้นแกมิโทไฟต์มีขนาดเล็ก ฝังอยู่ใต้ดินลึกประมาณ 1 เซนติเมตร มีลักษณะเป็นท่อนยาว ๆ (ภาพที่ 4.2 ข) ไม่มีคลอโรฟิลล์จึงมีความเป็นอยู่แบบแซโพรไฟต์ และจะคล้ายไรโซมตรงที่มี mycorrhizal fungi อยู่ด้วย มีไรโซยด์งอกออกโดยรอบต้น ต้นแกมิโทไฟต์จะสร้างอวัยวะเพศทั้ง 2 เพศยื่นขึ้นมาที่ผิวด้านนอกของต้น แอนเทอริเดียมรูปร่างครึ่งวงกลม มีเซลล์แจกเกตหน้าชั้นเดียว สเปิร์มมีเส้นหลายเส้น (ภาพที่ 4.2 ค) อารชีโกเนียมมีคอสั้นกว่ามอสและลิเวอร์เว็ด ไชโกตจะเจริญไปเป็นต้นสปอร์ไฟต์ที่ในระยะแรกจะเกาะติดอยู่กับต้นแกมิโทไฟต์ด้วยอวัยวะที่เรียกว่าฟุต ฟุตจะทำหน้าที่ดูดอาหาร การเจริญเติบโตของไชโกตก็เป็นไปช้า ๆ เช่นเดียวกัน

## Tmesipteris

พืชในสกุลนี้จะมีอวัยวะคล้ายใบ (ภาพที่ 4.2 ง) เป็นใบเกล็ดที่มีลักษณะแบนมีเส้นกลางใบที่ไม่มีแขนงยื่นออกมาจากสตีล ส่วนลักษณะอื่น ๆ คล้ายต้นหวายทะนอยคือประกอบด้วยต้นบนดินที่ตั้งตรงขึ้นไป หรือห้อยลงมาแบบพวกอีพิไฟต์ มีไรโซมยึดติดกับไม้ใหญ่ที่ขึ้นอยู่มีสีเขียว และมีระยางค์ยื่นออกมาคล้ายใบ รูปมนคล้ายใบมะขาม อับสปอร์รูปรีมี 2 อับ (ภาพที่ 4.2 จ) สปอร์จะงอกเป็นต้นแกมิโทไฟต์ มีลักษณะเป็นท่อนเล็ก ๆ อยู่ใต้ดิน บางคนเข้าใจว่าเป็นพืชพวกเฟินที่ค่อนข้างโบราณ เนื่องจากมีระยางค์ยื่นออกไปคล้ายใบประกอบแบบขนนก (Pinnate)

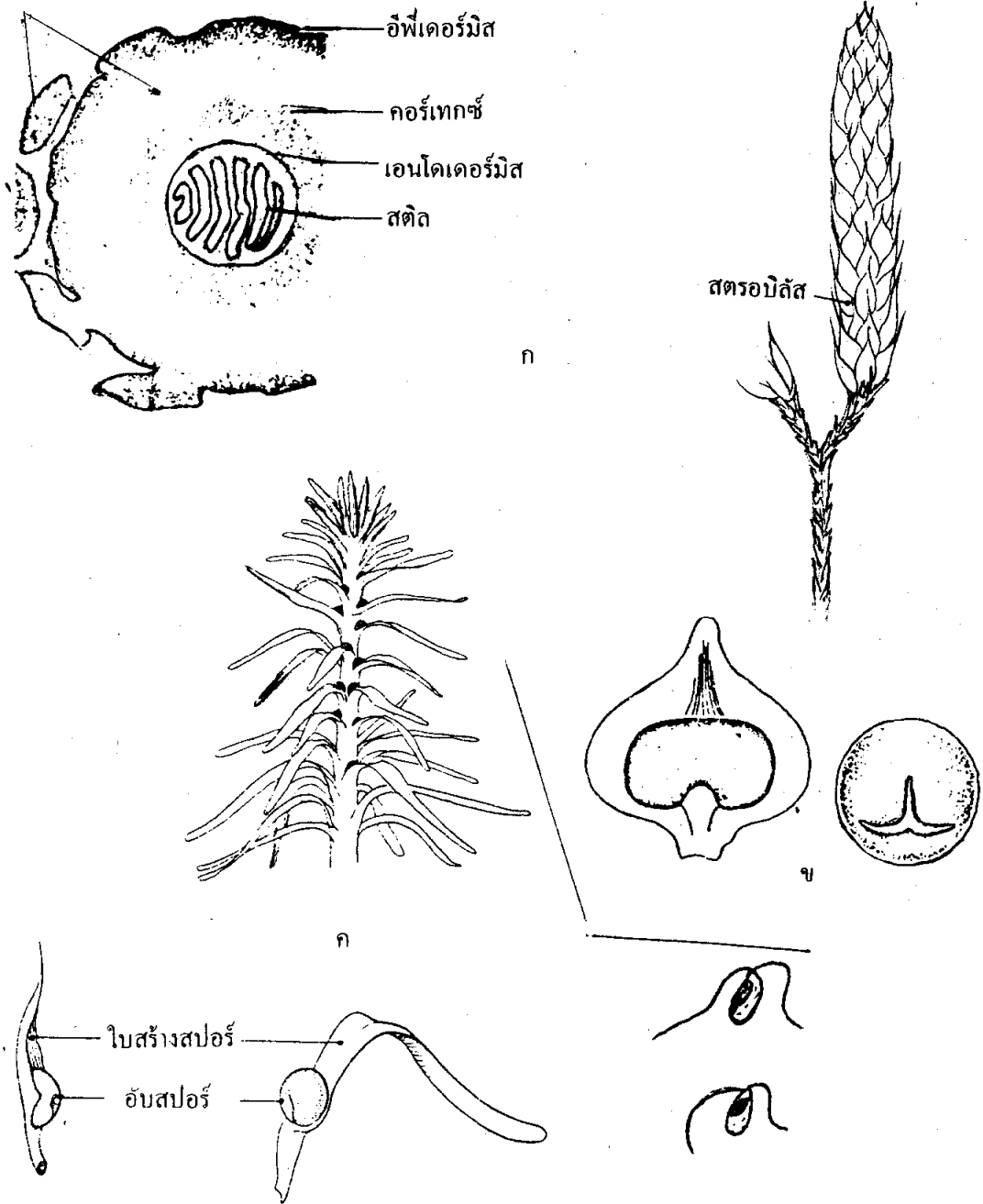


ต้นสपोโรไฟต์เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเป็น ลำต้น ราก และใบ ทั้งต้นและรากมีการแตก  
 ปลายเป็น 2 กิ่ง ใบเป็นชนิดไมโครฟิลล์ที่มีการเรียงตัวเวียนรอบต้น อับสปอร์เกิดด้านบนใบ ใบ  
 ที่มีอับสปอร์หรือสปอโรฟิลล์มักเกิดรวมกันอยู่เป็นกลุ่มเรียกสโตรบิลัส มีสปีดชนิดโพโรสตีล



ภาพที่ 4.3 ต้นพืชในดิวิชัน Microphylophyta ที่มีการเรียงตัวของใบแบบต่าง ๆ และมีสโตรบิลัสเกิดปลายกิ่ง  
 และบางชนิดมี ไรโซพอร์ (Rhizophore)

- ก. *Lycopodium cernum*
  - ข. *Lycopodium clavatum*
  - ค. *Phylloglossum drummondii*
  - ง. *Selaginella kraussiana*
- (Brown, 1969)



ภาพที่ 4.4 แสดงส่วนต่าง ๆ ของ *Lycopodium*

ก. *L. clavatum* แสดงต้นตัดขวาง (ซ้าย) และสโตรบิลัส (ขวา)

ข. *L. obscurum* แสดงใบสร้างสปอร์ (ซ้าย) และสปอร์ที่สังเกตเห็นเส้นยื่นออกมาเป็น 3 แฉก

ค. *L. lucidum* แสดงกิ่งที่มีอับสปอร์เกิดที่โคนใบ (ซ้าย) และสเปิร์ม (ขวา)

(จาก Arnett และ Braungart, 1970)

## *Lycopodium*

พืชพวกนี้มีชื่อสามัญว่า "Ground pine, club moss, หรือ trailing evergreen" ในประเทศไทยพบหลายชนิด ได้แก่ต้นหางสิงห์ สร้อยนางเงร่ง สามร้อยยอด เป็นต้น ปกติพบขึ้นบริเวณพื้นที่ป่าสนในเขตหนาว ส่วนในเขตร้อนอาจพบทั้งที่พื้นดินหรือพบเกาะอยู่บนต้นไม้อื่น พวก club mosses จะต่างจากพวก *Psilotum* หลายอย่าง คือพวก club mosses จะมีเนื้อเยื่อลำเลียงทั้งในต้นใบ และราก ต้นจะยึดยาวได้เนื่องจากการเจริญของปลายยอด มีใบคล้ายใบมอสเรียงตัวเวียนรอบต้น แต่ละใบมีก้านใบสั้น ใบเรียกไมโครฟิลล์ เนื่องจากไม่มี leaf gap ในขณะที่แยกออกจากเนื้อเยื่อลำเลียง เนื่องจากต้นมีปล้องสั้นมากจึงเห็นใบเรียงกันแน่น มีการแตกกิ่งแบบโบราณคือแตกปลายเป็น 2 กิ่ง แต่กิ่งทั้งสองอาจไม่เท่ากัน ในต้นเกือบทุกชนิดมีสตีลแบบโพโรสตีล (ภาพที่ 4.4 ก ซ้าย) เป็นสตีลแบบที่พบในรากของพืชชั้นสูงทั่ว ๆ ไป เมื่อตัดตามขวางมักจะพบมี leaf trace ให้เห็นเสมอ เห็นเอนโดเดอर्मชัดเจน และยังมีเพริไซเคิลอยู่ไม่มีเวสเซลมีแต่เทรคีด

สร้างสปอร์ตรงบริเวณใกล้ฐานของใบสร้างสปอร์ โดยมีอับสปอร์ติดอยู่ด้านบนใบ (ภาพที่ 4.4 ค. ซ้าย) เป็นอับสปอร์ชนิด Eusporangium มีผนังหุ้มหนาหลายชั้น มีสันเป็น 3 แฉก เนื่องจากอยู่เบียดกัน *Lycopodium* บางชนิดมีใบเกือบทุกใบเป็นใบสร้างสปอร์หมด เช่น *L. lucidum* พืชชนิดนี้จะพบมีกลุ่มของใบสร้างสปอร์สลับกับกลุ่มของใบที่ไม่สร้างสปอร์ (ภาพที่ 4.4 ค บน) แต่ *Lycopodium* อื่น ๆ อีกหลายชนิด มีใบตรงปลายกิ่งเท่านั้นที่จะทำหน้าที่สร้างสปอร์ และจะรวมกันเป็นข้อ เรียกสโตรบิลัส (ภาพที่ 4.3 ก) เนื้อเยื่อภายในอับสปอร์บางเซลล์จะทำหน้าที่เป็นเซลล์แม่ แบ่งตัวเป็นสปอร์ติดกันอยู่เป็นกระจุก กระจุกหนึ่งมี 4 สปอร์

สปอร์ของ *Lycopodium* บางชนิดงอกชามาก (*L. obscurum*, *L. complanatum*) เนื่องจากเมื่อสปอร์งอกโดยแบ่งเซลล์ได้ 5-6 เซลล์แล้วจะหยุดเจริญต่อ จนมีราประเภทหนึ่งไปกระตุ้นจึงจะเจริญต่อไป สปอร์บางชนิดงอกเร็ว (*L. cernuum*) สปอร์จะงอกเป็นต้นแกมีโทไฟต์อยู่ใต้ดิน มีลักษณะอวบน้ำ ไม่มีคลอโรฟิลล์ มี mycorrhizal fungi ร่วมอยู่ด้วย เกิดที่ส่วนล่างเช่นกัน แกมีโทไฟต์รูปร่างยาวหรือกว้าง

สร้างสเปิร์มที่มีแค่ 2 เส้น (ภาพที่ 4.4 ค ล่างขวา) ไทโกตจะงอกเป็นต้นสปอโรไฟต์ที่ใบแรก ๆ ของต้นสปอโรไฟต์จะไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง แล้วจึงจะมีใบชนิดไมโครฟิลล์เกิดขึ้นทีหลัง

## Selaginella

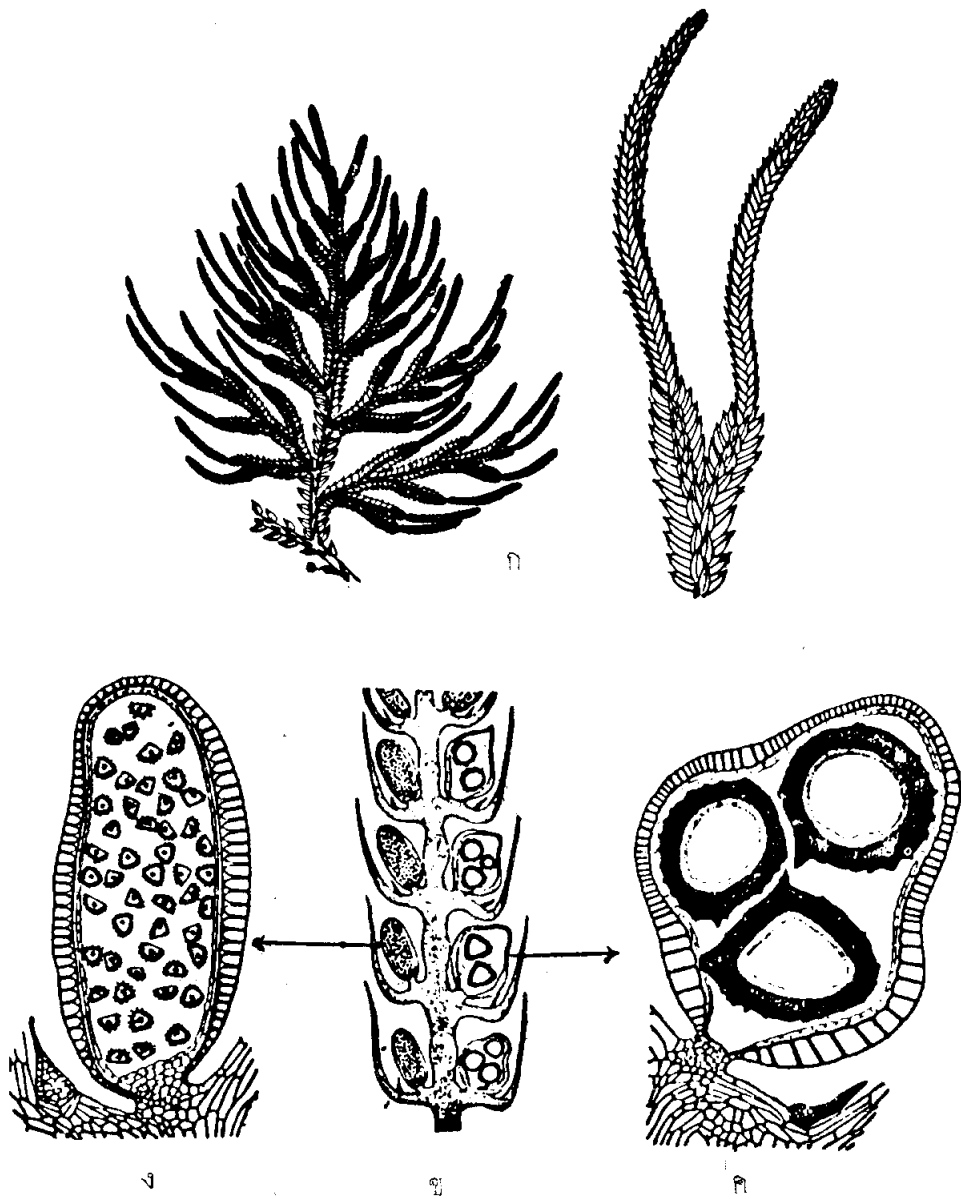
*Selaginella* จัดอยู่ในดิวิชัน Microphylophyta ตรงที่มีใบแบบไมโครฟิลล์ และใบมีลิกิวล์อยู่ที่ฐานของใบ ลิกิวล์นี้พบทั้งในใบชนิดไมโครฟิลล์และสปอโรฟิลล์ ลิกิวล์ทำหน้าที่สร้างเมือกไปหล่อเลี้ยงอับสปอร์ไม่ให้แห้ง เป็นพืชกลุ่มใหญ่ที่ประกอบด้วยสมาชิกหลายร้อยชนิด ส่วนใหญ่พบในเขตร้อน ชอบขึ้นอยู่ในที่ชื้น บางชนิดพบอยู่ในน้ำ เช่นพวก *S. apoda* จะมีต้นเจริญอยู่ในน้ำแล้วจึงลอยขึ้นมาบนดิน หลายชนิดพบอยู่บนบก นอกจากนี้พบขึ้นอยู่ได้แม้ในที่แห้งแล้ง ตัวอย่างเช่น *S. lepidophylla* และ *S. arenicola*

ใบมีขนาดเล็ก มีเส้นใบเดี่ยว มีปากใบเกิดเป็นแนว ตามแนวเส้นกลางใบทางผิวด้านล่างของใบ ใบมีการเรียงตัวหลายแบบ เช่นพวก *S. riddellii* มีใบขนาดเท่ากันเรียงตัวเวียนโดยรอบลำต้นส่วนใหญ่มักจะมีใบ 2 ขนาดเรียงกันเป็น 4 แถว (ภาพที่ 4.5 ก) ล่าง 2 แถว บน 2 แถวซ้อนกันอยู่ โดยใบแถวบนจะมีขนาดเล็กกว่าใบแถวล่าง ตัวอย่างเช่นที่พบใน *S. kraussiana* และ *S. lepidophylla* การแตกกิ่งมักจะแตกปลายออกเป็น 2 กิ่ง แต่ในบางชนิด พบมีการแตกกิ่งในระนาบเดียวกัน จึงดูคล้ายพัด ตัวอย่างเช่น *S. pallescens*

ต้นพืชมีการเจริญออกที่ปลายยอด ผิวด้านนอกของต้นมีคิวตินเคลือบหนาเป็นชั้นและไม่มีปากใบ มีคอร์เทกซ์กว้าง มีสตีลชนิดโพโรโทสตีล (เพลโคโทสตีล) ที่เห็นไขเลมและไฟเอมลอยอยู่ในช่องอากาศ โดยมีเซลล์ 1-2 เซลล์ซึ่งเป็นเซลล์เอนโดเดอร์มิสยึดไว้ เซลล์เหล่านี้จะมีคิวตินและซูเบอรินมาเคลือบบางตอนเรียก Casparian strip บางชนิดส่วนล่างของลำต้นเป็นโพโรโทสตีล ส่วนปลายเป็นซิโฟโนสตีล นอกจากนี้ พบมีอวัยวะลักษณะเป็นเส้นยาว ๆ สีน้ำตาลเรียก ไโรไซฟอรัส (ภาพที่ 4.3 ง) เจริญออกมาจากลำต้น หยั่งลงดิน และแตกปลายออกเป็น 2 กิ่ง และมีรากเล็ก ๆ เกิดเป็นกระจุกที่ปลายซึ่งธรรมชาติของโรไซฟอรัสนี้ยังไม่รู้แน่ชัดว่าเป็นอวัยวะส่วนใด บางคนก็จัดว่าเป็นส่วนต้น เนื่องจากในบางสถานะอาจมีใบเกิดขึ้น แต่บางคนก็จัดรวมไว้ในระบบราก

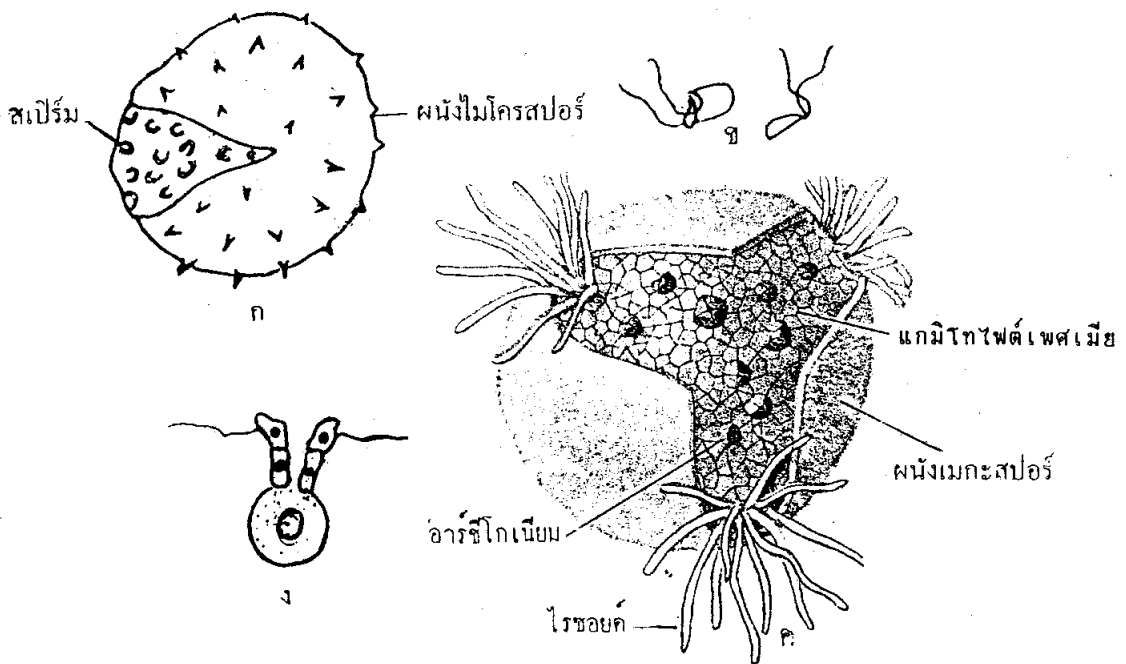
ทุกชนิดจะมีใบสร้างสปอร์รวมกันเป็นอวัยวะพิเศษเรียกสตรอบิลัส โดยใบสร้างสปอร์จะมีขนาดเท่ากัน และมีการเรียงตัวเป็น 4 แถวในแนวตั้ง (ภาพที่ 4.5 ข) สร้างอับสปอร์ 2 ชนิดเกิดที่โคนของใบ อับสปอร์พวกหนึ่งสร้างสปอร์ขนาดเล็ก โดยมีขนาดพอ ๆ กับสปอร์ของพืชอื่น ๆ มีจำนวนมาก เรียกไมโครสปอร์ (ภาพที่ 4.5 ง) อับสปอร์อีกพวกหนึ่งสร้างสปอร์เพียง 4 สปอร์ติดกัน เป็นสปอร์ขนาดใหญ่ เรียกเมกะสปอร์ (ภาพที่ 4.5 ค)





ภาพที่ 4.5 *Selaginella* ก. ข้างส่วนของต้นที่มีสปอโรไฟลล์ รวมเป็นกระจุกอยู่ที่ปลายกิ่ง ขวากิ่งที่มีสโตรโอบิลัสและมีการเรียงตัวของใบเป็น 4 แถว ข. สโตรโอบิลัสตัดตามยาวแสดงอับสปอร์ 2 ชนิดเกิดอยู่คนละด้าน ง. อับสปอร์เพศผู้ ค. อับสปอร์เพศเมีย

สปอร์จะไปงอกเป็นต้นแกมิโทไฟต์ โดยไมโครสปอร์ จะงอกเป็นต้นแกมิโทไฟต์เพศผู้ (ภาพที่ 4.6 ก) ต้นเพศผู้นี้จะประกอบด้วยอวัยวะเพศเป็นส่วนใหญ่ คือประกอบด้วยเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่สร้างสเปิร์ม ล้อมรอบด้วยเซลล์จำนวนหนึ่ง กับ prothallial cell ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีขนาดเล็กกว่าเซลล์ 2 ชนิดที่กล่าวแล้ว และจะไม่เปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์เพศจำนวน 1 เซลล์ สเปิร์มจะมีประมาณ 128 - 256 ตัว แต่ละตัวมีแฉะ 2 เส้น (ภาพที่ 4.6 ข) ช่วยในการเคลื่อนที่ ส่วนเมกะสปอร์จะไปงอกเป็นต้นแกมิโทไฟต์เพศเมียอยู่ภายในสปอร์ ต้นแกมิโทไฟต์เพศเมียประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์ และมีอวัยวะเพศเกิดอยู่บริเวณผิวสปอร์ และมีไรซอยด์ยื่นออกมาจากผนังสปอร์ (ภาพที่ 4.6 ค) ลักษณะของอวัยวะเพศเมียประกอบด้วยเซลล์ 4 เซลล์ เรียงตัวกันเป็น 2 แถว (ภาพที่ 4.6 ง)



ภาพที่ 4.6 ต้นแกมิโทไฟต์และอวัยวะเพศของ *Selaginella* sp. ก. ต้นแกมิโทไฟต์เพศผู้ประกอบด้วยสเปิร์มจำนวนมาก ข. สเปิร์มมีแฉะ 2 เส้น ค. ต้นแกมิโทไฟต์เพศเมียเกิดอยู่ภายในสปอร์ ง. อาร์ชีโกเนียมแสดงส่วนประกอบภายใน (Brown, 1969)

ต้นแกมิโทไฟต์ทั้ง 2 ชนิดไม่มีคลอโรฟิลล์ จึงมีความเป็นอยู่แบบแซโพรไฟต์ โดยอาศัยอาหารจากที่สะสมไว้ในสปอร์ ไซโทพลาซึมของสเปิร์มเข้าผสมมากกว่า 1 โใบ เกิดเป็นหลายไซโกต แต่จะมีไซโกตเพียงเซลล์เดียวเท่านั้นที่จะเจริญไปเป็นต้นสปอโรไฟต์ได้ เอมบริโอที่โตเต็มที่จะไม่

ขึ้นมาเหนือต้นแกมีโทไฟต์ โดยมีส่วนพุดเท่านั้นที่ยังติดอยู่กับต้นแกมีโทไฟต์ *Selaginella* คล้ายพืชอื่น ๆ ที่โอบมบริโอประกอบด้วย แรติเคิล ที่จะเจริญไปเป็นรากแรก และใบ 2 ใบที่ถูกเรียกว่า ใบเลี้ยง จากที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าการสืบพันธุ์ของพวก *Selaginella* มีลักษณะหลายอย่างที่เป็นลักษณะการสืบพันธุ์ของพืชมีเมล็ด เช่น

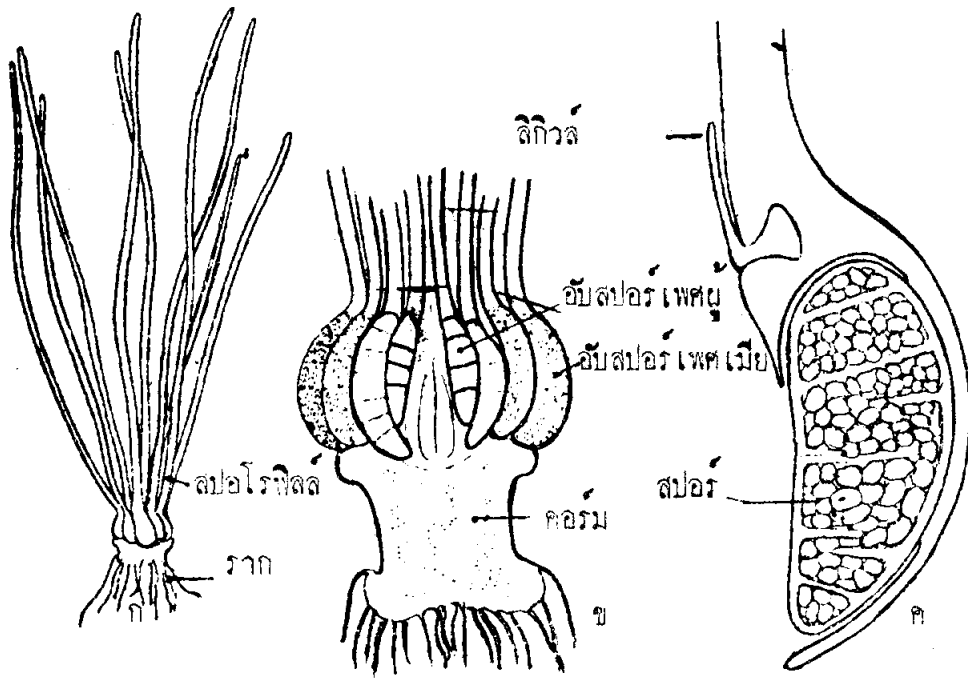
1. มีอับสปอร์เกิดอยู่บนส่วนที่เป็นระยางค์ของสโตรอบิลัส
2. สร้างสปอร์ 2 ขนาด
3. ต้นแกมีโทไฟต์เจริญอยู่ภายในสปอร์ (ในบางชนิด) และมีต้นแกมีโทไฟต์แยกเพศกันในประเทศไทยที่รู้จักกันดีได้แก่ต้นกนกนารี หรือต้นตีนตุ๊กแก

### *Isoetes*

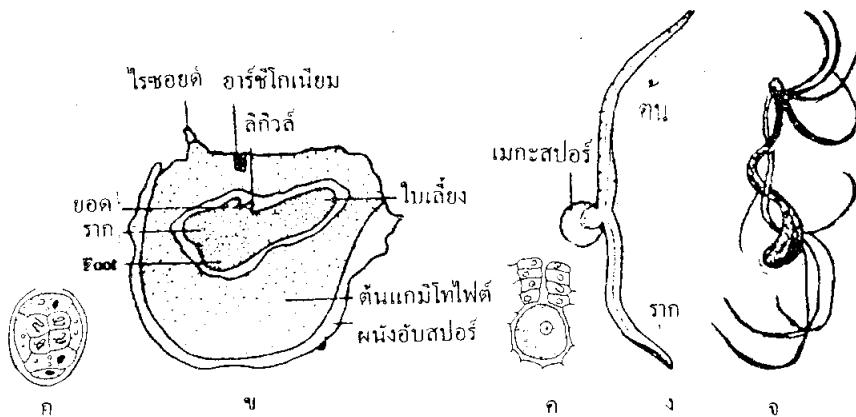
พืชสกุลนี้มีประมาณ 64 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นพืชที่มีส่วนหนึ่งอยู่ใต้น้ำ หรือเป็นพืชครึ่งบกครึ่งน้ำ (*I. engelmannii*) มีน้อยชนิดที่จัดเป็นพืชบนบก (*I. butleri*) *Isoetes* มีชื่อสามัญว่า กระเทียมน้ำ หรือ quillworts เพราะมีใบแคบและยาว มีโคนใบพองออกคล้ายขนนก เป็นพืชที่มีขนาดใหญ่กว่าพวกพืช 2 สกุลที่กล่าวมาแล้ว แต่ยังคงมีใบชนิดไมโครฟิลล์อยู่ คือ traces ที่แยกไปยังใบ ไม่มี leaf gap มีเส้นใบเดี่ยว ใบมีการเรียงตัวโดยเวียนรอบลำต้น (ภาพที่ 4.7 ก) แต่ละใบจะแบ่งออกเป็น 4 ห้องตามแนวยาว ใบทุกใบจะสร้างสปอร์ที่บริเวณโคนใบ มีการสร้างสปอร์ 2 ขนาดเช่นเดียวกับพืชพวก *Selaginella* ใบที่อยู่ด้านบนของลำต้นจะสร้างเมกะสปอร์ ซึ่งเป็นสปอร์ขนาดใหญ่จำนวน 50-300 สปอร์ในแต่ละอับสปอร์ ส่วนใบที่อยู่ถัดเข้าไปตรงกลางจะสร้างไมโครสปอร์ ซึ่งเป็นสปอร์ขนาดเล็กจำนวน 150,000-1,000,000 สปอร์ ทั้ง *Selaginella* และ *Isoetes* มีลิกิวลเป็นระยางค์ยื่นออกมาที่ฐานของใบ (ภาพที่ 4.7 ค) ไมโครสปอร์มักปกคลุมด้วยหนาม และเมกะสปอร์มักมีลักษณะเป็นสันและร่อง มักพบไมโครสปอร์เกาะติดกับเมกะสปอร์ด้วยหนามของสปอร์ขณะมีการกระจายพันธุ์ จัดเป็นการปรับตัวที่สำคัญของพืชที่ต้นแกมีโทไฟต์แยกเพศ (Unisexual gametophytes)

ต้นมีลักษณะแบบคอร์ม (Corm) อวบและค่อนข้างสั้น คอร์มแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนบนเป็นที่เกิดของใบส่วนล่างเป็นที่เกิดของราก (ภาพที่ 4.7 ข) เยื่อเจริญปลายยอดของต้นจะจมอยู่โดยการหดของคอร์ม และเจริญยืดยาวได้ช้า ๆ มีสตีลชนิดโพโรโทสตีลที่ประกอบด้วยเซลล์พรงคิมเป็นส่วนใหญ่วางร่วมกับเทรคีดไม้กึ่งเซลล์ ซึ่งเป็นลักษณะของพืชน้ำ ด้านนอกเป็นโฟม

สปอร์จะหลุดออกเป็นอิสระได้ด้วยการเนาของอับสปอร์ แล้วสปอร์จึงจะเริ่มงอกเป็นต้นแกมีโทไฟต์อยู่ภายในสปอร์เหมือนพวก *Selaginella* (ภาพที่ 4.8) ต้นเพศผู้แต่ละต้นสร้างสเปิร์ม 4 ตัว สเปิร์มมีเส้นหลายเส้น



ภาพที่ 4.7 ส่วนต่าง ๆ ของต้น *Isoetes* ก. ต้นพืชที่มีใบทุกใบเป็นสปอโรฟิลล์หมด ข. ส่วนต้นที่มีลักษณะแบบคอกลม และมีใบสร้างสปอร์ขนาดใหญ่อยู่รอบนอก ใบสร้างสปอร์ขนาดเล็กอยู่ด้านใน ค. อับสปอร์เกิดอยู่ที่โคนของใบ และมีลิกิวล (Arnett and Braungart, 1970)



ภาพที่ 4.8 ก. ไมโครสปอร์ของ *Isoetes lacustris* มีต้นแกมีโทไฟต์อยู่ภายในที่ประกอบด้วย prothallial cell, jacket cell และ spermatogenous cell 4 เซลล์ ข. เมกะสปอร์ของ *I. lithophila* เห็นต้นแกมีโทไฟต์ที่โตเต็มที่และเอมบริโอที่ยังอ่อนอยู่ ค. อาร์ซีโกเนียม ง. ต้นสปอร์โรไฟต์เริ่มงอก โดยยังติดอยู่กับเมกะสปอร์ จ. สปอร์มาโตซอยด์ของ *Isoetes* (Bold, 1967)

จากการที่ *Isoetes* สร้างสเปิร์มที่มีแฉะหลายเส้น และมี secondary growth (คือคอร์มประกอบด้วยไซเลมอยู่ตรงกลางล้อมรอบด้วยโฟเอม และมีแคมเบียมอยู่รอบนอก) เหล่านี้ทำให้บางที่จัด *Isoetes* แยกออกจากดิวิชันเดิม แต่ยังไม่เป็นที่ยอมรับกันกว้างขวางนัก

## DIVISION ARTHROPHYTA

(Gr. *arthros*, jointed + Gr. *phyton*, plant)

ดิวิชัน Arthrophyta ประกอบด้วยต้นพืชที่มีทั้งพวกไม้ยืนต้น ไม้เนื้อแข็ง และไม้ล้มลุก คือพบซากดึกดำบรรพ์ตั้งแต่สมัย Pennsylvanian (ตารางที่ 3.1) มีลักษณะสำคัญคือ มีกิ่งเรียงเป็นวงรอบลำต้น พบหลายชนิดที่ต้นพืชมีลักษณะเป็นแงะยื่นออกมา ต้นพืชมีข้อและปล้องเห็นชัดเจน ทำให้ต้นปรากฏเป็น joint จึงถูกเรียกว่าพวก Arthropytes

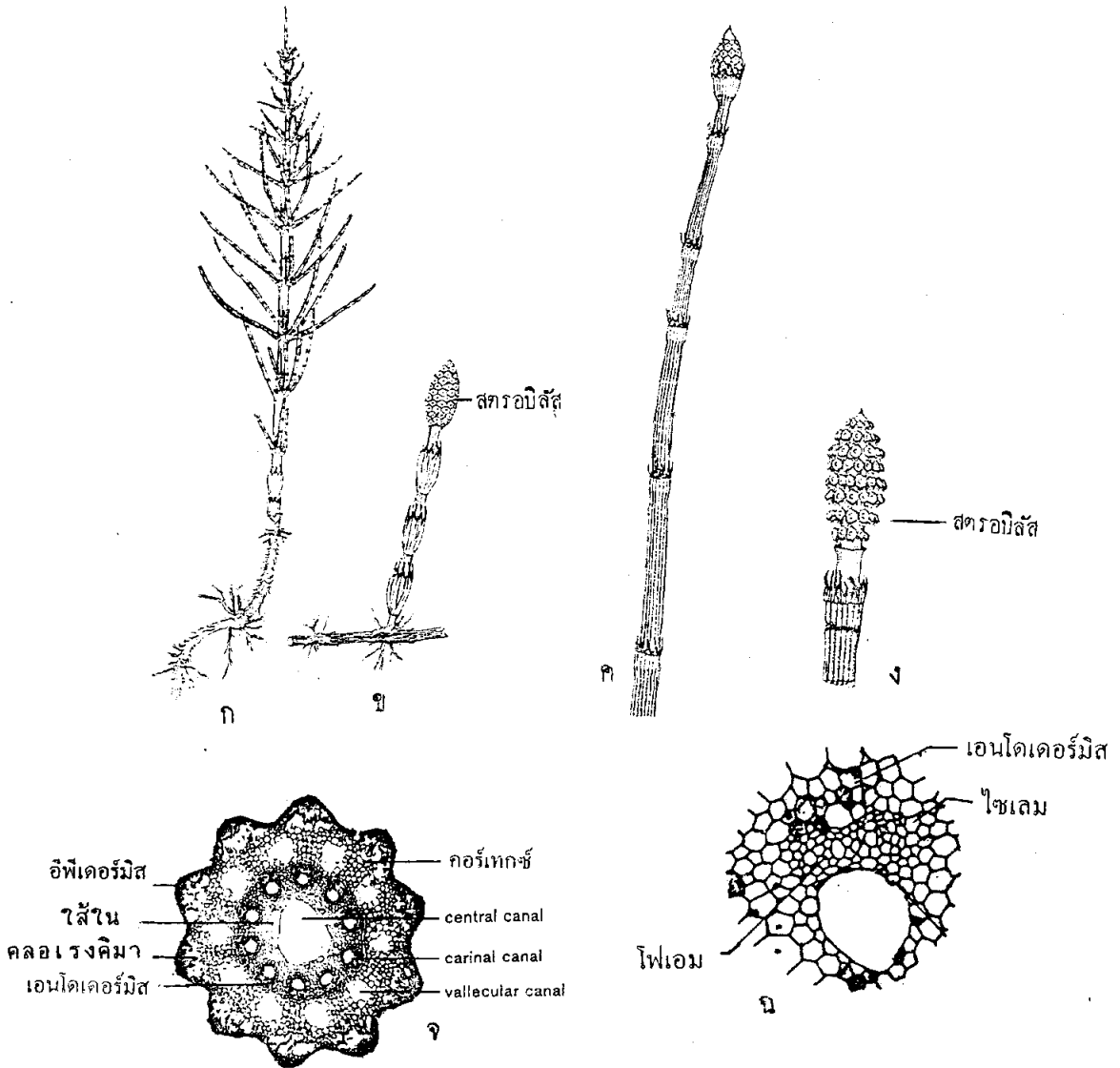
ปัจจุบันเหลืออยู่สกุลเดียวคือ *Equisetum* มีชื่อสามัญหลายชื่อ คือ Horsetails, Pipes, Scouring rushes สุนหางม้า หรือหญ้าถอดปล้อง

### *Equisetum*

(L. *equus*, horse + L. *saeta*, bristle)

*Equisetum* เป็นพืชที่ขึ้นได้ทั้งในที่ชื้นแฉะ และบนดินทรายที่แห้งแล้ง เช่นอาจพบขึ้นตามข้างทางรถไฟตามใต้ร่มเงาต้นไม้ใหญ่ ปัจจุบันพบประมาณ 25 ชนิด ลักษณะทั่ว ๆ ไป คือเป็นพืชที่มีไรโซมใต้ดินที่มีอายุหลายฤดู มีรากงอกออกเป็นวงโดยรอบไรโซม (ภาพที่ 4.9 ข) มีต้นตั้งตรงแทงขึ้นมาเหนือดินสูงประมาณ 1-3 ฟุต ต้นบนดินมีสีเขียว มีทั้งเป็นต้นเดี่ยวไม่แตกสาขา (*E. hyemale* L.) และต้นที่มีกิ่งสาขา (*E. arvense*) ต้นมีข้อ ปล้อง เห็นชัดเจน บริเวณข้อมักจะกลวงตรงกลาง เรียก Central canal และมีไส้ในเป็นเซลล์พาเรงคิมาล้อมรอบ บริเวณปล้องมีร่องเกิดตามยาวที่ผิวนอก ผนังเซลล์ในชั้นผิวของต้นจะมีผลึกซิลิกาประกอบอยู่ ทำให้ต้นสาก รอบ ๆ ข้อจะมีใบลักษณะคล้ายพินยาว ๆ จำนวนหนึ่ง เป็นใบชนิดไมโครฟิลล์ โคนใบจะติดกันเป็นปลอกหุ้มข้อ สดิลเป็นชนิดยูสดิล (ภาพที่ 4.9 จ) มีลักษณะเป็นช่องกลวงกลม ๆ อยู่โดยรอบไส้ใน เรียก Carina (L. *carina*, keel) ซึ่ง Carina เป็นตำแหน่งที่ไซเลมและโฟเอมแตกออก สุนหางม้าบางชนิด แต่ละมัดของเนื้อเยื่อลำเลียงจะถูกล้อมรอบด้วยเอนโดเดอริมิส บางชนิดมีเอนโดเดอริมิสทั้ง 2 ด้าน บางชนิดมีแต่ด้านนอก ถัดจากเอนโดเดอริมิสมีเพริไซเคิลเป็นเซลล์แถวเดียว คอร์เทกซ์ประกอบด้วยเซลล์ชนิดพาเรงคิมาที่สลับกับ vascular canals เซลล์ด้านนอกของคอร์เทกซ์มีคลอโรพลาสต์จำนวนมาก การสังเคราะห์แสงส่วนใหญ่เป็นหน้าที่ของส่วนต้นคล้ายในพืชพวกหวายทะเลน้อย ใบมักจะมีการสังเคราะห์แสงเป็นระยะสั้น ๆ ต่อมาใบจะแห้งลงและเปลี่ยนเป็นคล้ายใบเกล็ด

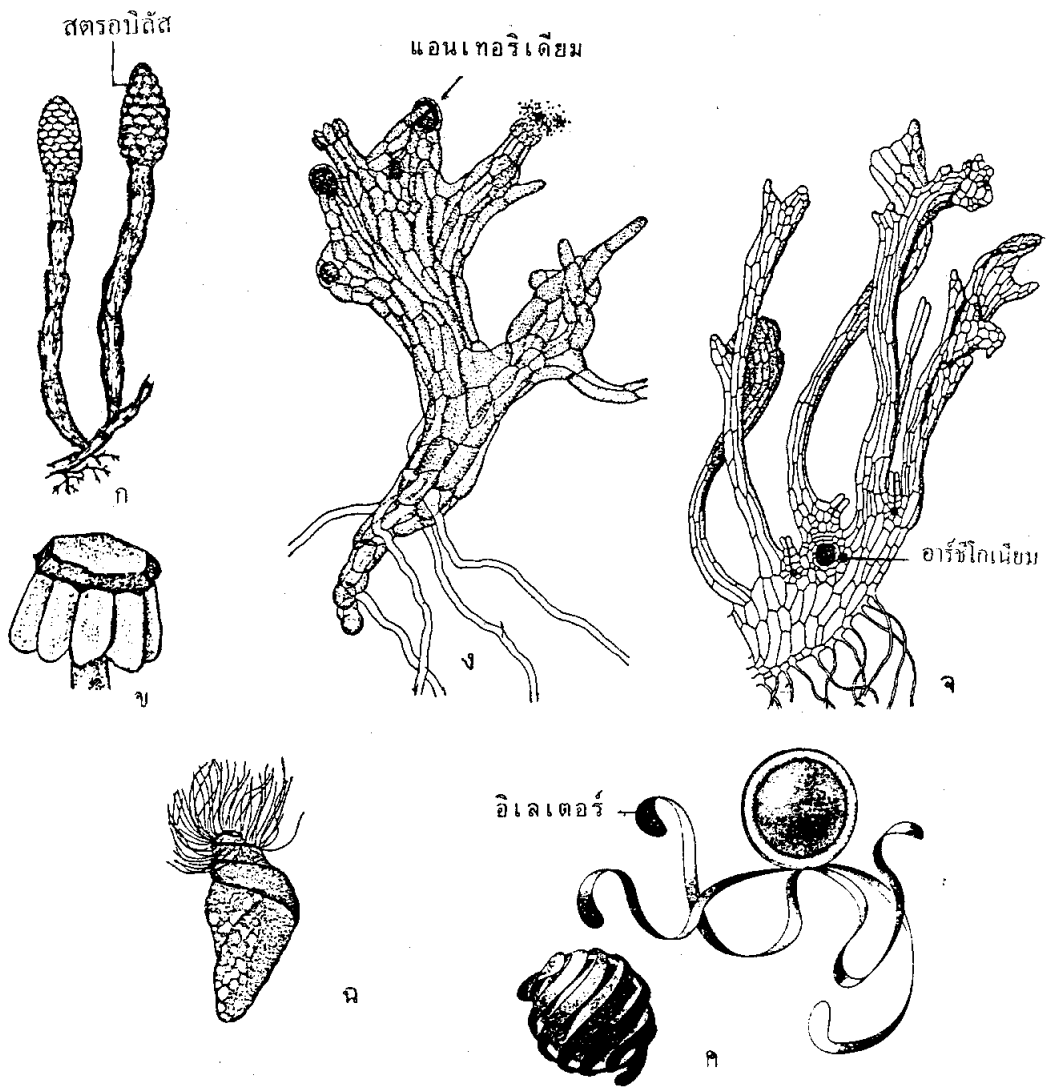
อับสปอร์เกิดอยู่บนก้านพิเศษเรียกว่าสปอแรงจิออร์ (Sporangiophore) มีลักษณะคล้ายโล่ที่มีอับสปอร์หรือยออยู่ด้านล่าง 5 -10 อับ (ภาพที่ 4.10 ข) รวมกันเป็นสตรอบิลัส โดยทั่วไปจะมีการสร้างสตรอบิลัสที่ปลายกิ่งพิเศษ เป็นกิ่งที่ไม่มีสีเขียวเนื่องจากไม่มีคลอโรฟิลล์ มีบางชนิดที่สร้างสตรอบิลัสตรงปลายยอดของกิ่งปกติ (*E. hyemale*) เมื่อสปอร์ถูกปล่อยออกไปแล้ว จึงจะมีการสร้างกิ่งสีเขียวขึ้นจากไรโซมเดิม



ภาพที่ 4.9 ก - ข. *Equisetum arvense* L.

ค - ง. *E. hyemale* L.

จ - ฉ. *E. arvense* ตัดขวางแสดงส่วนประกอบภายในลำต้นเห็นบริเวณกลางต้นกลวงล้อมด้วยไส้ในที่ประกอบด้วยเซลล์พาราเรคิม่า ถัดไปเป็นวงของเนื้อเยื่อลำเลียง



ภาพที่ 4.10 *Equisetum* แสดง

- ก. กิ่งสร้างสปอร์ที่เจริญมาจากไรโซม
- ข. สปอร์แรงจีโอฟอร์รูปร่างคล้ายโลหมีอับสปอร์ห้อยอยู่หลายอัน
- ค. สปอร์ของ *E. setum* ที่ยังมีอิลเลเตอร์พันอยู่ (บน) และคลี่ออกเพื่อดันสปอร์ออกไป (ล่าง)
- ง. ต้นแกมิโทไฟต์เพศผู้ มีแอนเทอริเดียมบริเวณปลายต้นแก่จะแตกปล่อยสปอร์มาโตซอยด์
- จ. ต้นแกมิโทไฟต์เพศเมียตัดตามยาวผ่านอาร์ชีโกเนียม
- ฉ. สปอร์มาโตซอยด์

(จาก Brown, 1969)

มีการสร้างสปอร์ขนาดเดียว สปอร์จะมีเซลล์อิลเลเตอร์ยาว ๆ เป็นระยางค์ยื่นออกมา 4 เซลล์ (ภาพที่ 4.10 ค) ระยางค์นี้เกิดจากเนื้อเยื่อชั้นนอกสุดของผนังสปอร์แตกออกมา อิลเลเตอร์จะรับสัมผัสกับความชื้นได้รวดเร็ว ทำให้เกิดการหดตัวและคลี่ตัวได้ แม้จะมีการเปลี่ยนแปลงของความชื้นเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย คือเมื่อได้รับความชื้นจะหดตัวและจะเหยียดตรงเมื่ออากาศแห้งช่วยดีดสปอร์ออกไป สปอร์เมื่อถูกปล่อยไปแล้วกึ่งที่สร้างสปอร์จะเริ่มเหี่ยว สปอร์มีสีเขียวผนังบาง การหลุดออกของสปอร์จะเกิดได้จากสาเหตุหลายอย่างรวมกันคือ การยืดตัวของปล้อง การโค้งตัวของสปอร์แรงจีโอฟอร์ และการระเบิดของอับสปอร์ สปอร์จะงอกได้อย่างรวดเร็วเป็นต้นแกมิโทไฟต์ที่แยกเพศหรือไม่แยกเพศกัน ต้นแกมิโทไฟต์มีลักษณะเป็นแผ่นสีเขียวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหลายมิลลิเมตร มีไรซอยด์จำนวนมาก ยึดต้นติดกับดิน อวัยวะเพศจะสร้างที่ผิวบนของต้น โดยสร้างแอนเทอริเดียมใกล้ปลายยอด (ภาพที่ 4.10 ง) สร้างอาร์ชีโกเนียมที่ใกล้ฐานล่างของต้น (ภาพที่ 4.10 จ) ซึ่งต้นแกมิโทไฟต์อาจสร้างอวัยวะเพศอย่างเดียว หรือบางชนิดสร้างอวัยวะเพศเมื่อก่อนและอวัยวะเพศผู้ทีหลัง ทำให้มีการผสมพันธุ์ข้ามต้นเกิดขึ้น

หลังจากมีการผสมพันธุ์เกิดขึ้นแล้ว ไซโกตจำนวนหนึ่งจะเจริญไปเป็นต้นสปอโรไฟต์ ที่ประกอบด้วยฟุต ทำหน้าที่ดูดอาหาร ต้นตั้งตรงที่มีลักษณะเป็นข้อและปล้อง และเรดิเคิลที่กระจายในดิน มี apical growth ทั้งในรากและต้น จนในที่สุดเจริญไปเป็นต้นสปอโรไฟต์ที่เป็นอิสระ

## DIVISION PTEROPHYTA

พืชในดิวิชันนี้มีชื่อสามัญว่าเฟิน จัดเป็นพืชมีท่อลำเลียงที่มีวิวัฒนาการสูงกว่าพืช 3 ดิวิชันที่กล่าวมาแล้ว ได้แก่ พืชที่ไม่มีใบ (Psilophytes) พืชที่มีใบชนิดไมโครฟิลล์ (Club และ Spike mosses) และพืชที่มีใบขนาดเล็ก (Arthropytes) พืชทั้ง 3 กลุ่มที่กล่าวต่างจากเฟินทั่วไปตรงที่เฟินมีใบเหมือนพวกพืชมีเมล็ด คือมีใบชนิดเมกะฟิลล์ คือเป็นใบที่มีเส้นใบแตกแขนงและมี leaf gaps และเฟินน้อยชนิดที่มีสตีลแบบโพโรสตีล แต่เฟินยังคงเป็นพืชที่ไม่มีเมล็ดและยังคงใช้สปอร์ในการกระจายพันธุ์อยู่

โดยทั่วไปเฟินมีต้นอวบ ทอดขนานไปบนดินหรือใต้ดิน ยกเว้นพวกเฟินต้น (Tree fern) ที่มีต้นตั้งตรงบนพื้นดินและมีใบขนาดใหญ่ โดยเฉพาะพวกเฟินต้นที่พบอยู่ในป่าดงดิบเขตร้อนจะมีต้นสูงใหญ่ อาจสูงถึง 75 ฟุต เฟินบางชนิดมีขนาดเล็ก เช่น พวกเฟินน้ำหลายชนิดได้แก่จอกหูหนู (*Salvinia*) และ แหนแดง (*Azolla*) (ภาพที่ 4.15) เฟินที่นิยมปลูกเป็นไม้ประดับเป็นพวกที่มีขนาดปานกลาง เฟินจัดเป็นไม้ยืนต้นโดยเฉพาะพวกที่อยู่ในเขตหนาวจะมีชีวิตคงอยู่ได้หลายปี โดยเฉพาะส่วนไรโซมใต้ดิน ส่วนที่โผล่มาเหนือดินคือใบมักจะตายในปลายฤดูฝน จะมีใบชุดใหม่เกิดขึ้นจากปลายไรโซมในระหว่างฤดูฝน



ใบเฟิน เรียกว่า ฟรอนด์ (Frond - L - frons, branch, leaf หมายถึง a large divided leaf) จัดเป็นอวัยวะที่เด่นที่สุด โดยทั่วไปใบอ่อนของเฟินจะม้วนงอคล้ายลานนาฬิกา (Circinate vernation) และมีการคลี่ของใบอ่อนจากฐานใบขึ้นไปยังยอด (ภาพที่ 4.11 ค) การม้วนงอของใบอ่อนเกิดจากในขณะที่ใบกำลังเจริญ เซลล์ที่กำลังเจริญไปเป็นส่วนของใบด้านบนและล่างเกิดเจริญไม่เท่ากัน เป็นผลให้ใบม้วน เฟินบางชนิดมีใบอ่อนขนาดใหญ่และมีขน (Scales) สีน้ำตาลปกคลุม ดูคล้าย ศีรษะลิงพวก apt ถูกเรียกว่า "fiddle head" ใบเฟินมีทั้งชนิดใบเดี่ยวที่ขอบใบเรียบ และใบเดี่ยวที่หยักลึกและใบประกอบแบบต่าง ๆ มีปากใบเกิดที่ผิวด้านล่างของใบ และมีคิวตินปกคลุมทั้ง ผิวบนและล่าง มีรากเกิดอยู่ระหว่างฐานใบ

ต้นส่วนใหญ่มีสเต็มแบบซิโฟโนสเต็มหรือดิคไทโอสเต็ม (ภาพที่ 4.11 ก-ข) ไม่พบมี Secondary growth ที่เกิดจากแคมเบียม แม้แต่ในเฟินต้น

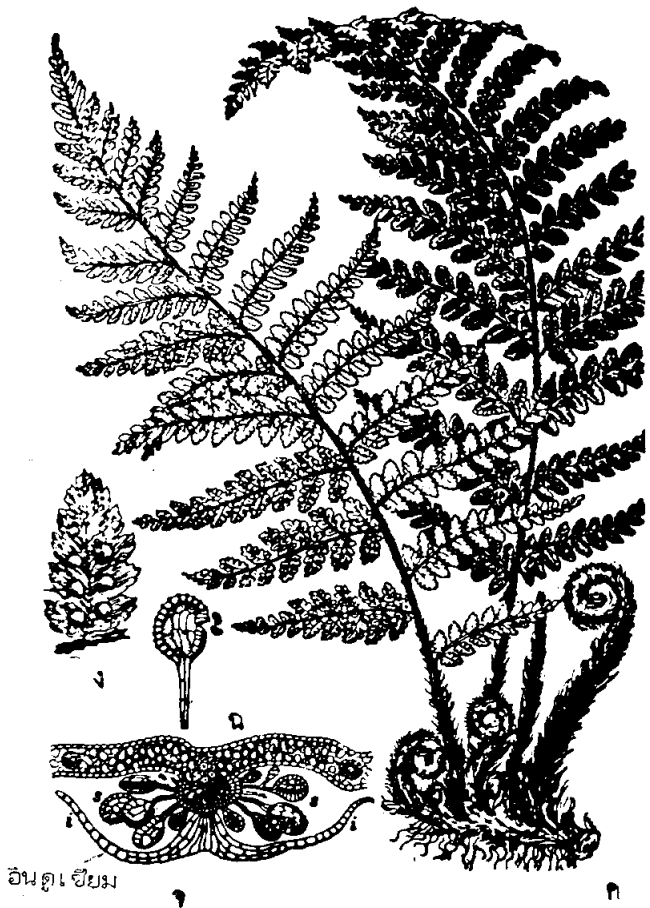
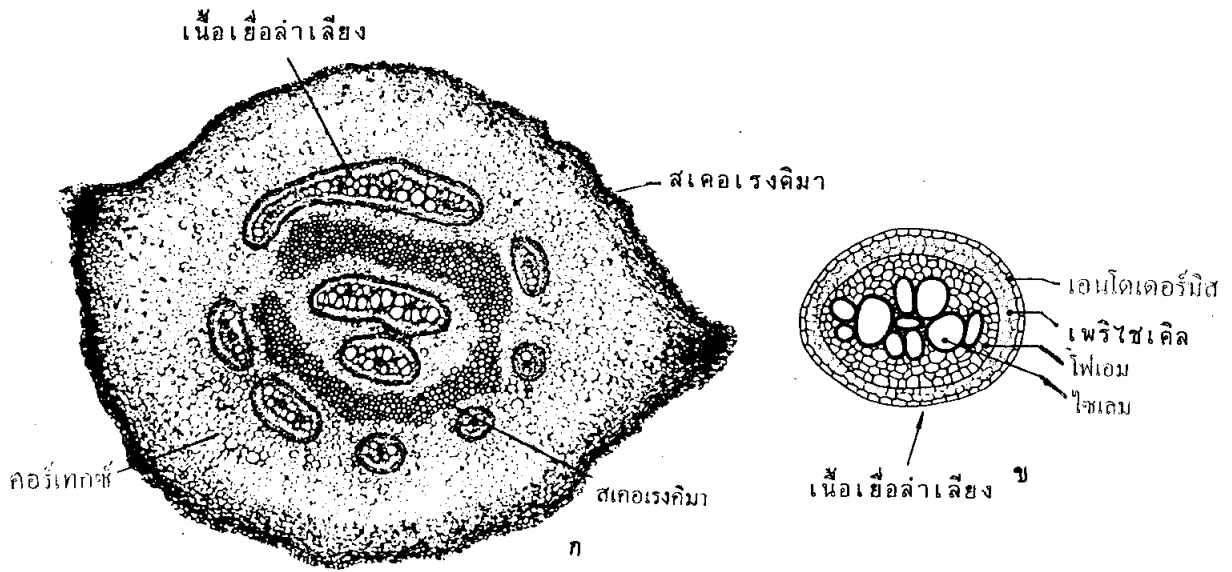
### การสืบพันธุ์

เฟินเป็นพืชที่มีวัฏจักรชีวิตแบบสลับ เห็นชัดเจน (ภาพที่ 4.12) โดยต้นพืชทั้ง 2 ชนิด คือต้นแกมีโทไฟต์และต้นสปอโรไฟต์แยกกัน ต้นเฟินที่ปรากฏในธรรมชาติให้เห็นเป็นต้นสปอโรไฟต์ เช่นเดียวกับพืชมีท่อลำเลียงทั้งหลาย เมื่อต้นโตเต็มที่จะสร้างเนื้อเยื่อที่จะเจริญไปเป็นสปอร์ ในเฟินทั่ว ๆ ไป เนื้อเยื่อดังกล่าวนี้จะเกิดอยู่บนส่วนของใบ มีน้อยชนิดที่เกิดแยกเป็นหัวต่างหาก อับสปอร์เกิดอยู่บนเนื้อเยื่อที่เรียกว่า receptacle รวมอยู่เป็นกลุ่มเรียกซอร์ส (Sorus) เฟินหลายชนิดพบซอร์ส ถูกปกคลุมด้วยเนื้อเยื่อเป็นแผ่นบาง ๆ เรียกอินดูเซียม (Inducium ภาพที่ 4.11 จ) หรือโดยการม้วนเข้าของริมใบ (False indusium) เฟินบางชนิดโดยเฉพาะเฟินที่พบในเขตร้อน จะสร้างสปอร์ที่มีผนังสปอร์หนาและมีสปอร์จำนวนมากคล้ายที่พบในพืชพวก club mosses, spike mosses และ *Equisetum* พบไม่กี่สกุลที่สร้างสปอร์ 2 ขนาด

เฟินมีอับสปอร์ชนิด *Leptosporangium*<sup>6</sup> ต่างจากพืชมีท่อลำเลียงที่มีเมล็ดอื่น ๆ และ พืชมีเมล็ดทั้งหลายที่มีอับสปอร์ชนิด *Eusporangium*<sup>7</sup> อับสปอร์จะมีก้านติดอยู่บนฐานรองดอก ผนังอับสปอร์ประกอบด้วยเซลล์หลายชนิด ได้แก่ เซลล์ที่มีผนังหนาเรียงตัวตามแนวตั้งเรียก เซลล์แอนนูลัส (*Annulus cell*) และเซลล์ที่มีผนังบางเรียกเซลล์ลิป (Lip cells ภาพที่ 4.11 ฉ และ 4.12) เซลล์ลิปเป็นจุดอ่อนของอับสปอร์ คืออับสปอร์จะแตกตรงเซลล์ลิปปล่อยสปอร์ออกไป

<sup>6</sup> Leptosporangium เป็นอับสปอร์ที่มีขนาดเล็ก สร้างสปอร์ประมาณ 32-64 สปอร์ เจริญมาจากเซลล์เจริญเซลล์เดียว มีผนังหนา ชั้นเดียว

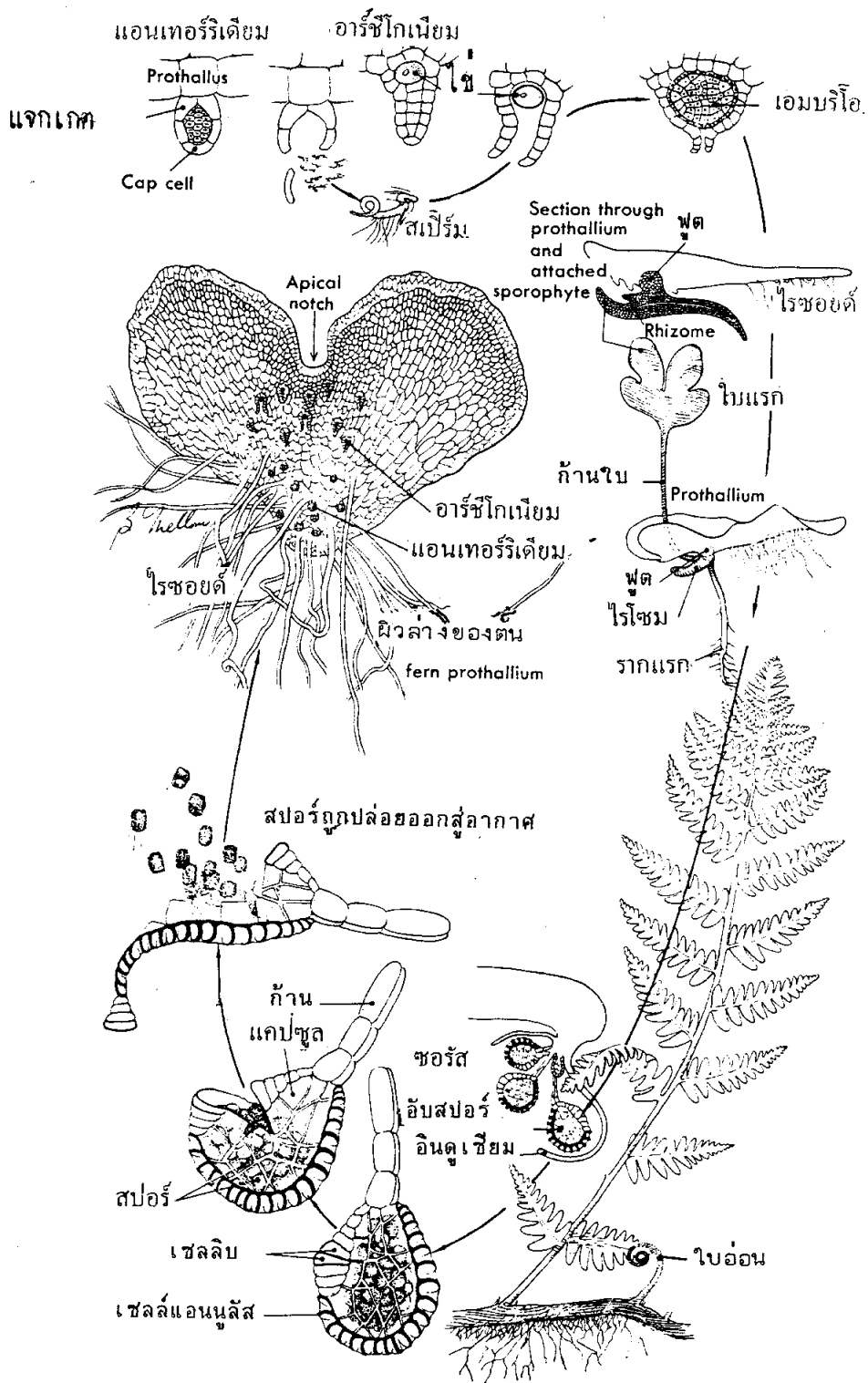
<sup>7</sup> Eusporangium เป็นอับสปอร์ที่สร้างสปอร์จำนวนมาก ผนังอับสปอร์หนามากกว่าหนึ่งชั้น ก่อเกิดอาจเกิดจากเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ ชั้นนอกจะเจริญไปเป็นผนังอับสปอร์ ส่วนชั้นในเจริญไปเป็นเนื้อเยื่อที่จะเจริญไปเป็นสปอร์



ภาพที่ 4.11 เฟิน แสดง

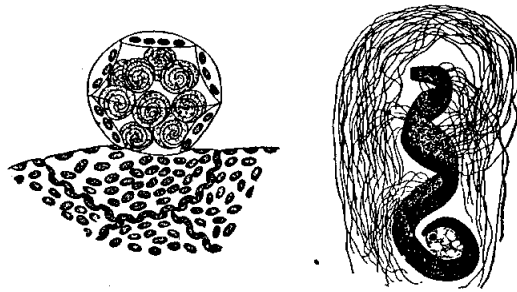
- ก. ไโรโซมตัดขวาง
- ข. กลุ่มของเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำ และอาหาร
- ค. ไโรโซมใต้ดินและพรอนด์
- ง. ขอรืตพบด้านล่างของใบ
- จ. ใบตัดผ่านขอรืตเห็นอินดูเซียม และอับสปอร์
- ฉ. อับสปอร์ขณะกำลังปล่อย สปอร์ออก

(Arnett and Braungart, 1970 และ Brown, 1969)



ภาพที่ 4.12 วงชีวิตของเฟิน (*Polypodium* sp.) ประกอบด้วยต้นสปอโรไฟต์ขนาดใหญ่ (ขวาล่าง) สลับกับ ต้นแกมโทไฟต์ขนาดเล็ก มีลักษณะเป็นแผ่น (ซ้ายบน) (Arnett and Braungart, 1970, หน้า 265)

สปอร์ปลิวไปโดยลม ถ้าไปตกในที่ที่มีความชื้นเพียงพอ จะงอกภายใน 5-6 วัน เจริญเป็นต้นแกมิโทไฟต์ โดยทั่วไปต้องการแสงในการงอก โดยเฉพาะแสงสีน้ำเงิน ต้นแกมิโทไฟต์เป็นแผ่นขนาดเล็ก ที่ตรงกลางแผ่นจะมีเซลล์หนาหลายชั้น ส่วนบริเวณริม ๆ ประกอบด้วยเซลล์หนาเพียงชั้นเดียว มีไรซอยด์เกิดจากเซลล์ที่ผิวล่างทำหน้าที่ยึดเกาะ ต้นแกมิโทไฟต์มักเป็นแผ่นบาง มีรูปร่างคล้ายหัวใจ มีขนาดเล็กที่บางชนิดอาจใหญ่ถึงครึ่งนิ้วหรือ 1 - 2 เซนติเมตร และถูกเรียกว่า Prothallus<sup>4</sup> ต้นแกมิโทไฟต์เจริญเต็มที่ มี 2 เพศ โดยจะสร้างอวัยวะเพศที่ผิวด้านล่างของต้นหลังจากสปอร์งอกประมาณ 40-60 วัน



ภาพที่ 4.13 แสดงแอนเทอริเดียมที่เกิดด้านข้างของต้นแกมิโทไฟต์ เห็นสเปิร์มาโทซอยด์ขดอยู่ภายใน (ซ้าย) และสเปิร์มาโทซอยด์ขยายใหญ่ (ขวา) (Brown, 1969)

อวัยวะเพศเมียประกอบด้วยส่วนฐานที่เป็นกระเปาะจมอยู่ในแผ่นต้น มีส่วนคอสั้น ประกอบด้วยเซลล์เรียง 4 แถวยื่นออกมา ส่วนอวัยวะผู้มีลักษณะกลมยื่นออกมาจากแผ่นต้น (ภาพที่ 4.13 ซ้าย) ภายในประกอบด้วยเซลล์ที่จะเปลี่ยนไปเป็นสเปิร์มหุ้มด้วยเซลล์แจกเกตสเปิร์ม มีเส้นหลายเส้น คล้ายกับพวกต้นหวายทะเลน้อย /soetes และสนหางม้า

เมื่อมีความชื้นเกิดขึ้นระหว่างพื้นดินและผิวด้านล่างของต้นแกมิโทไฟต์ แม้เพียงบาง ๆ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะเพศ คืออวัยวะผู้จะเปิดออกปล่อยสเปิร์มออกมา ส่วนอวัยวะเมียที่โตเต็มที่ส่วนคอก็จะเปิดออก ทำให้ความชื้นผ่านเข้าไปได้ในขณะเดียวกันสเปิร์มจะว่ายน้ำไปผสมกับไข่ การผสมพันธุ์อาจเกิดพร้อม ๆ กันในอวัยวะเพศเมียหลายอันเกิดเป็นไซโกตหลายเซลล์ แต่มีเพียงเซลล์เดียวเท่านั้นที่จะเจริญไปเป็นต้นสปอโรไฟต์

ต้นสปอโรไฟต์จะเจริญได้อย่างรวดเร็ว เอมบริโอประกอบด้วย ราก ใบ ต้น และฟุต ฟุต จะทำหน้าที่ดูดอาหารจากต้นแกมิโทไฟต์ ในเฟินหลายชนิด ใบแรกจากเอ็มบริโอจะโผล่ขึ้นมา

<sup>4</sup> Prothallus (Gr. pro, before) in fern; the haploid gametophyte generation.

เหนือรอยเว้าของต้นแกมิโทไฟต์ โดยใบแรกที่เกิดขึ้นในต้นอ่อนจะต่างจากในต้นสปอโรไฟต์ที่โตเต็มที่ ต้นอ่อนจะเจริญช้า ๆ และมีการสร้างใบเพิ่มขึ้น เมื่อต้นสปอโรไฟต์เล็ก ๆ เกิดขึ้นแล้วต้นแกมิโทไฟต์จะตายไป จึงเห็นได้ว่าช่วงอายุของต้นแกมิโทไฟต์ในพืชมีท่อลำเลียงที่ไม่มีเมล็ดทุกชนิดจะสั้น และต้นสปอโรไฟต์เป็นช่วงเด่นในชีวิต คือมีอายุยืน ต้นสูงใหญ่เห็นเด่น

เวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโตจนครบวงจรชีวิตของเฟิน จะแตกต่างกันตามชนิดของเฟิน ช่วงที่ยาวที่สุดคือช่วงที่ต้นสปอโรไฟต์เจริญเติบโตจนสามารถสร้างสปอร์ได้ เฟินที่มีวงชีวิตสั้นที่สุดจัดเป็นเฟินอายุฤดูเดียว (Annual fern) ได้แก่ต้นผักกูดน้ำ (*Ceratopteris thalictroides*) ผักกูดน้ำเป็นเฟินที่มีวงชีวิตนานประมาณ 3 เดือนกว่า เริ่มตั้งแต่สปอร์เริ่มงอกเป็นต้นจนสามารถสร้างสปอร์ขึ้นมาใหม่ ส่วนพวก *Thelypteris dentata* ใช้เวลาประมาณ 18 เดือน

มีเฟินหลายชนิดที่ต้นแกมิโทไฟต์ไม่สามารถสร้างอวัยวะเพศได้ หรือสร้างได้เพียงเพศเดียว ในกรณีนี้พบว่าเนื้อเยื่อที่บริเวณใต้รอยเว้าของต้นแกมิโทไฟต์ จะเจริญเป็นต้นสปอโรไฟต์ได้โดยปรากฏการณ์นี้เรียกว่า Apogamy<sup>5</sup> ฉะนั้น เฟินพวกนี้ต้นสปอโรไฟต์และต้นแกมิโทไฟต์จะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน

เหตุการณ์อีกอย่างหนึ่งที่พบในเฟินคือ Apospory<sup>6</sup> มักจะเกิดจากใบของต้นสปอโรไฟต์ที่ยังอ่อนอยู่ ที่ริมใบเกิดจิกและสามารถสร้างต้นสปอโรไฟต์ขึ้นได้

ที่กล่าวมาส่วนใหญ่เป็นลักษณะที่พบในเฟินทั่ว ๆ ไป ได้แก่พวกเฟินก้านดำ (*Adiantum*) ในเขตหนาวได้แก่พวก *Thelypteris*

เฟินจัดเป็นพืชกลุ่มใหญ่เมื่อเทียบกับพืชดิวิชัน Psilophyta Microphyllrophyta และ ArthropHYTA ที่ทั้ง 3 ดิวิชันรวมกันประกอบด้วยพืชประมาณ 1,200-1,500 ชนิด ในขณะที่เฟินพบประมาณ 10,000 ชนิด เฟินที่จะกล่าวเพิ่มเติมจากที่กล่าวมาแล้วได้แก่พวกเฟินน้ำบางชนิด เฟินโบราณบางอย่าง และพวก Eusporangiate ferns

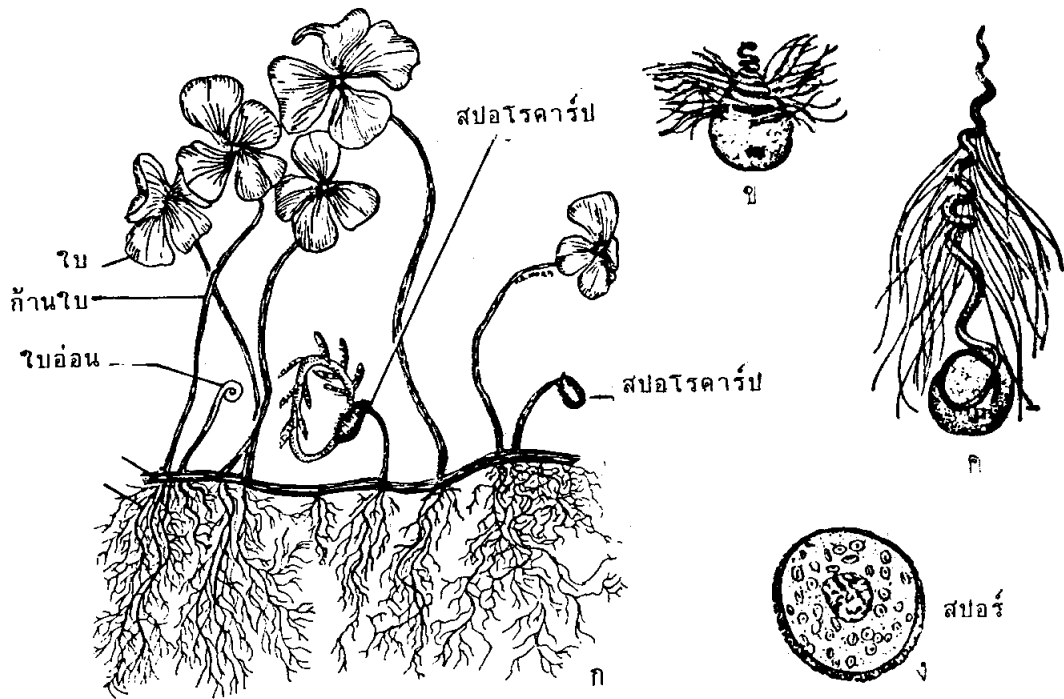
เฟินน้ำได้แก่เฟินที่พบอยู่ในน้ำ เช่นพวกจอกหูหนู แหนแดง รวมทั้งพวกเฟินครึ่งบกครึ่งน้ำได้แก่ผักแว่น (*Marsilea*) *Pilularia* และ *Regnellidium* ที่เฟินพวกนี้มีลักษณะสำคัญคือเป็นเฟินที่มีการสร้างสปอร์ 2 ขนาด

ผักแว่นอาจดูไม่ออกว่าเป็นเฟิน มักถูกเข้าใจว่าเป็นไม้อดอกชนิดหนึ่ง (เรียกว่า Sour grass) พบขึ้นทั้งในน้ำและบริเวณริมน้ำ มีใบเป็นใบประกอบที่ประกอบด้วยใบย่อย 4 ใบ ใบเกิดสลับกันบนต้นที่ทอดไปบนดิน (ภาพที่ 4.14 ก) มีรากงอกออกมาที่ข้อ ใบอ่อนม้วน และใบย่อยทั้ง 2 คู่ มีเส้นใบขนานกัน มีปากใบที่ผิวด้านบนของใบ พบในแถบร้อนมีประมาณ 60 ชนิด

<sup>5</sup> Apogamy เป็นการเจริญเติบโตเป็นเอมบริโอโดยไม่มีการรวมกันของเซลล์เพศ

<sup>6</sup> Apospory เหมือน apomixis คือการสืบพันธุ์ที่ไม่มีการผสมพันธุ์หรือมีไมโอซิสเกิดขึ้น

*Regnellidium* พบมากแถบประเทศบราซิล มีชนิดเดียว ลักษณะคล้ายผักแว่น มีใบย่อย 2 ใบ ส่วน *Pilularia* พบแถบยุโรป อเมริกา มีประมาณ 6 ชนิด ใบย่อยลดลงเหลือแต่ก้านใบ (Stipe) ฤดูแล้งพบสปอโรคาร์ปออกเป็นคู่โคนก้านใบ ภายในจะมีอับสปอร์อยู่



ภาพที่ 4.14 ผักแว่น (*Marsilea*) ก. ส่วนต่าง ๆ ของต้น ข-ค. สปอร์มี ง. อับสปอร์ตัวผู้ (Brown, 1969 และ Arnett and Braungart, 1970)

อับสปอร์มีขนาดเล็กเช่นเดียวกับพวกเฟินก้านดำ และ *Thelypteris* แต่ไม่มีแอนนูลัส และเซลล์ลิป อับสปอร์เกิดอยู่ในสปอโรคาร์ป (Sporocarps) (ภาพที่ 4.14 ก) สปอโรคาร์ปก็คือ ใบย่อยที่เปลี่ยนมาทำหน้าที่สร้างสปอร์ มีสีน้ำตาล แข็ง มีลักษณะคล้ายผลชนิด nut มีการสร้างอับสปอร์ 2 ชนิดขึ้นในสปอโรคาร์ป คือ อับสปอร์เพศเมีย ที่ภายในมีสปอร์เดี่ยว ๆ และอับสปอร์เพศผู้ ที่ภายในมีสปอร์ขนาดเล็กจำนวนมาก (ภาพที่ 4.14 ง)

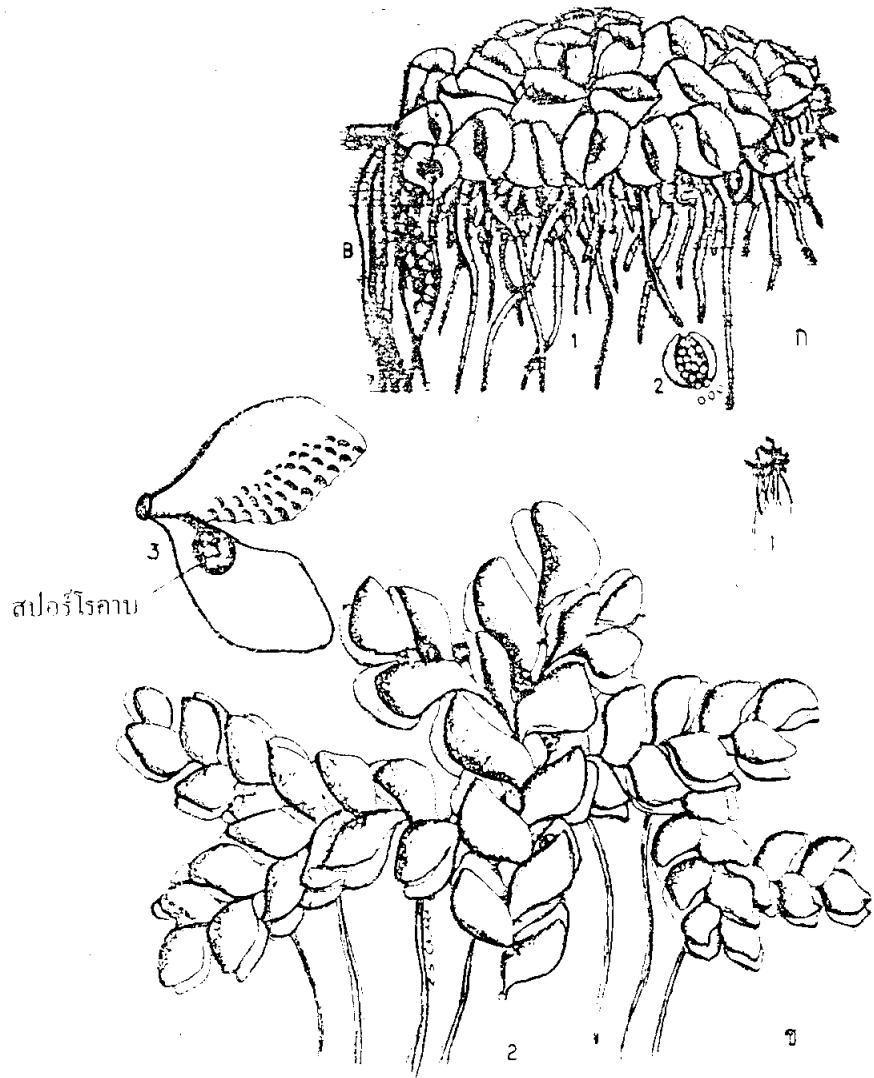
เมื่อผนังสปอโรคาร์ปแตก สปอร์ถูกปล่อยออกไปก่อนจึงจะงอก การปลุกอาจทำได้โดยตัดผนังหุ้มสปอโรคาร์ปออกก่อน แทนที่จะปล่อยให้แตกออกเอง สปอร์งอกเป็นต้นแกมีโทไฟต์แยกเพศกัน สปอร์มีขนาดใหญ่ มีเส้นหลายเส้น (ภาพที่ 4.14 ข-ค) หลังจากมีการผสมพันธุ์แล้วไซโกตจะเจริญเป็นต้นสปอโรไฟต์

ต้นแกมิโทไฟต์มีลักษณะเป็นแผ่นที่ไม่มีสีเขียว จึงมีความเป็นอยู่แบบแซโพรไฟต์ หลังจากมีการผสมพันธุ์แล้ว ต้นแกมิโทไฟต์เพศเมียจะเจริญขึ้น มีเนื้อเยื่อที่ใช้สังเคราะห์แสง และไรซอยด์เกิดขึ้น

จอกหูหนูและแห่นาง (ภาพที่ 4.15) เป็นพืชที่มีขนาดเล็ก ลอยน้ำ สร้างสปอร์ 2 ขนาดเช่นกัน ไม่ได้มีความใกล้ชิดกับพวกผักแว่น *Regnellidium* หรือ *Pilularia* แต่มีความคล้ายกันตรงที่มีการสร้างอับสปอร์ในสปอโรคาร์ป สปอโรคาร์ปมี อินดูเซียม ที่ค่อนข้างแข็งหุ้มสปอร์ทั้ง 2 ชนิดจะไปงอกเป็นต้นแกมิโทไฟต์ขนาดเล็ก ไม่มีสีเขียว

Eusporangiate ferns ได้แก่เฟินที่มีอับสปอร์หนา เกะกันเป็นก้อน สร้างสปอร์จำนวนมากอาจถึง 15,000 สปอร์ เฟินที่กล่าวถึงมาก่อนแล้วนั้นมักจะมีอับสปอร์ขนาดเล็ก อ่อนแอผนังบาง เนื่องจาก มีสปอร์อยู่จำนวนน้อย พวก Eusporangiate fern นี้ ในเขตร้อนพบประมาณ 6 สกุล

เฟินโบราณ การที่ถูกเรียกเช่นนั้นเพราะพบซากดึกดำบรรพ์ตั้งแต่สมัย Carboniferous (ตารางที่ 3.1) ที่พบในเขตหนาวได้แก่ *Ophioglossum* หรือมีชื่อสามัญว่า "adder's tongue fern" และ *Botrychium* เรียกชื่อสามัญว่า "grape fern" หรือ "moon wort" เฟินพวกนี้มีอับสปอร์ขนาดใหญ่เกิดขึ้นบนแกน ตรงรอยต่อของตัวใบและก้านใบ แกนนี้เรียก fertile spikes และถูกเข้าใจว่าเป็นใบย่อย อับสปอร์จะเกิดตามขวางเพื่อปล่อยสปอร์ออกไป นอกจากนี้ ยังมีข้อแตกต่างจากเฟินอื่น ๆ อีก คือ ต้นแกมิโทไฟต์ของทั้งสองสกุลอยู่ใต้ดิน อวบ และไม่มีสีเขียว เจริญช้า มีเพศเดียว จากการทดลองเลี้ยง *Botrychium* ในห้องปฏิบัติการ ปรากฏว่ามีความเป็นอยู่แบบแซโพรไฟต์เหมือนพวก *Psilotum*



ภาพที่ 4.15 ก. จอกหูหนู แสดงต้นขยายใหญ่ (1) และอับสปอร์ที่แตกออกปล่อยสปอร์ออกมา (2)  
 ข. แหนแดง แสดงต้นที่ลอยน้ำอยู่ (1) ในธรรมชาติ และขยายใหญ่ให้เห็นส่วนต่าง ๆ (2) กับ  
 ข้อที่มีสปอโรคาริป (3)