

## บทที่ 5 พืชมีเมล็ด (Seed Plants)

จากที่กล่าวมาแล้วพืชมีท่อลำเลียงแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยยึดถือการมีเมล็ดกับไม่มีเมล็ด พืชไม่มีเมล็ดเรียกพวก **Cryptogams** ได้กล่าวมาแล้วในบทก่อน ส่วนพืชมีเมล็ดเรียก **Phanerogams** จะได้กล่าวต่อไป

การสร้างเมล็ดของพืชจัดเป็นการปรับตัวที่สูงที่สุด พบว่าพืชมีเมล็ดเริ่มเกิดในขณะที่พืชพวกไม่มีเมล็ดยังคงมีจำนวนมากอยู่ ในปัจจุบันนี้พืชมีเมล็ดจัดเป็นพืชที่เด่นที่สุดพบทั่วไปหมด การเกิดเมล็ดเองก็มีแตกต่างกันไปเป็น 2 แบบ ทำให้แบ่งพืชมีเมล็ดออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มหนึ่งเป็นพืชที่จัดว่ามีวิวัฒนาการสูง พวกนี้มีเมล็ดเกิดอยู่ในผล (ภาพที่ 10.2) ซึ่งอาจจะเปิดออกเมื่อแก่ปล่อยเมล็ดออกมา แต่อย่างน้อยในระยะแรกของการเจริญเติบโตเมล็ดจะถูกปิด พืชที่มีเมล็ดและเกิดอยู่ในผลนี้เรียกพวก แองจีโอสเปิร์ม (**Angiosperm**<sup>1</sup>) หรือ “ไม้ดอก” อีกกลุ่มหนึ่งเป็นพืชที่โบราณหน่อยคือพวก จิมโนสเปิร์ม (**Gymnosperm**<sup>2</sup>) เป็นพืชที่มีเมล็ดเกิดอยู่บนผิวหรือปลายของระยางค์ (ภาพที่ 5.5 ง) ระยางค์มีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น ovuliferous scale หรือ ovulate scale และเมล็ดไม่ถูกปิดโดยระยางค์ ถึงแม้เมล็ดที่เกาะอยู่ในสตรอบิลัส หรือโคน (Cone) อาจจะถูกซ่อนจนมองไม่เห็น แต่ก็ไม่ได้ถูกปิดโดยระยางค์ที่รองรับนั้น เพียงแต่ถูกบังโดยการซ้อนกันของระยางค์

การจำแนกพืชมีเมล็ดนั้นคล้ายกับการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ คือมีการแบ่งแยกหลายแบบ จากการค้นพบซากดึกดำบรรพ์ของใบไม้ที่มีลักษณะคล้ายใบเฟินพบมีเมล็ดฝังอยู่ในหิน ในยุค Carboniferous (ตารางที่ 3.1) เฟินนี้จัดเป็นเฟินมีเมล็ด (Seed fern) ที่สูญพันธุ์ไปแล้ว ซึ่งเห็นว่าพืชมีเมล็ดและเฟินควรมีกำเนิดมาจากบรรพบุรุษเดียวกัน คือเกิดในยุคใกล้เคียงกัน จากการค้นพบนี้และจากความจริงที่ว่าเฟินมีเมล็ดและพืชมีเมล็ดอื่น ๆ มีใบแบบเมกะฟิลล์ สมัยก่อนจึงจัดเฟินและพืชมีเมล็ดไว้ในกลุ่มเดียวกัน คือกลุ่ม Pteropsida ต่อมาจึงจัดแยกออกจากกันด้วยเหตุผลหลายประการ โดยแยกเฟิน พืชมีเมล็ด หรือแม้แต่จิมโนสเปิร์มกับไม้ดอกออกจากกัน

พืชมีเมล็ดทุกชนิดมีลักษณะคล้ายพืชไม่มีเมล็ด ตรงที่ต้นที่ปรากฏเด่นในธรรมชาติ

<sup>1</sup> Angiosperm มีความหมายว่า Hidden reproductive organ

<sup>2</sup> Gymnosperm มีความหมายว่า Visible reproductive organ.

เป็นต้นสปอโรไฟต์ เมื่อโตเต็มที่บางส่วนของต้นจะเปลี่ยนไปทำหน้าที่สืบพันธุ์และสร้างสปอร์ ในพวกจิมโนสเปิร์มเกือบทั้งหมด มีลักษณะคล้ายกับพวกสนหางม้า (*Equisetum*) คือ ระวังค์ที่ทำหน้าที่รองรับสปอร์ จะรวมกันเป็นกระจุกอยู่บนแกนเดียวกันเรียกโคน หรือสโตรบิลัส (ภาพที่ 5.2 ก) สปอร์ก็เหมือนกับสปอร์ที่เกิดโดยต้นสปอโรไฟต์ของพืชบกทั้งหลาย คือ เกิดจากการแบ่งตัวแบบไมโอซิสของเซลล์แม่ (Sporocytes) สปอร์จะเจริญไปเป็นต้นแกมิโทไฟต์

พืชมีเมล็ดจะสร้างสปอร์ 2 ชนิดคือ ไมโครสปอร์ ที่จะเจริญไปเป็นต้นแกมิโทไฟต์เพศผู้ และเมกะสปอร์ ที่จะเจริญไปเป็นต้นแกมิโทไฟต์เพศเมีย สปอร์ทั้ง 2 ชนิดอาจมีขนาดไม่ต่างกัน ทำให้เกิดปัญหาว่า พืชมีเมล็ดจัดเป็นพวก heterosporous หรือเปล่า เพราะคำว่าไมโครสปอร์ และเมกะสปอร์ในที่นี้ ใช้ในความหมายถึงการให้ต้นแกมิโทไฟต์เพศผู้และแกมิโทไฟต์เพศเมีย แทนที่จะหมายถึงสปอร์ที่มีขนาดเล็กและสปอร์ขนาดใหญ่ดังพืชที่กล่าวมาข้างต้น จึงเห็นได้ว่า สปอร์และอับสปอร์ของพืชมีเมล็ดต่างจากพืชพวกไม่มีเมล็ด นอกจากนี้ยังมีข้อแตกต่างกันอีกหลายอย่าง พอสรุปได้คือ

1. อับสปอร์เพศเมียของพืชมีเมล็ดหุ้มด้วยกลุ่มเซลล์ที่เรียกว่า integument รวมเรียกทั้งอวัยวะว่าออวูล (Ovule) (ภาพที่ 5.4 ก) สปอร์ทั้ง 4 สปอร์ ที่เกิดอยู่ในอับสปอร์นั้น จะมีเพียงสปอร์เดียวที่ทำหน้าที่เป็นเมกะสปอร์ (ภาพที่ 5.4 ข) และไม่เคยหลุดเป็นอิสระออกจากอับสปอร์เลย สปอร์นี้เมื่อโตเต็มที่ก็มีขนาดพอ ๆ กับไมโครสปอร์ เนื่องจากไม่มีการเก็บสะสมอาหาร และผนังหุ้มสปอร์ไม่หนา ถึงแม้ขนาดของสปอร์จะขยายใหญ่ขึ้นในขณะที่ต้นแกมิโทไฟต์เติบโตขึ้นภายในเมกะสปอร์

2. ไมโครสปอร์จะถูกปล่อยออกไปในสภาพของละอองเกสรตัวผู้ ที่มีต้นแกมิโทไฟต์เพศผู้ภายใน ละอองเกสรตัวผู้จะกระจายไปด้วยกลไกต่าง ๆ จนไปอยู่ใกล้ออวูลที่มีเมกะสปอร์อยู่ภายใน การกระจายนี้เรียก Pollination

3. เมกะสปอร์จะเจริญไปเป็นต้นแกมิโทไฟต์เพศเมียอยู่ในอับสปอร์ (ภาพที่ 5.4 ค) โดยให้อาหารจากเนื้อเยื่อของอับสปอร์ที่หุ้มอยู่และของต้นสปอโรไฟต์เอง ผนังของอับสปอร์อาจหนาขึ้นในระหว่างนี้

4. สเปิร์มจะถูกนำเข้ามาผสมกับไข่โดยตรง หรือทางอ้อมโดยต้นแกมิโทไฟต์จะสร้างหลอดเกสรยื่นไปใกล้กับไข่

5. การผสมพันธุ์ และการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอ เกิดในต้นแกมิโทไฟต์ คือยังอยู่ในเมกะสปอร์ ภายในอับสปอร์ (Ovule) เมื่อมีเอ็มบริโอเกิดในต้นแกมิโทไฟต์เพศเมียแล้วออวูล จะถูกเรียกว่า เมล็ด

ในจิมโนสเปิร์ม หลังจากมีการผสมพันธุ์เกิดขึ้นแล้ว ออวูล จะไม่ขยายขนาดมากนัก แต่ในพวกพืชมีดอกจะตรงกันข้าม คือการผสมพันธุ์จะช่วยเร่งการเจริญเติบโตของออวูล จนเจริญเป็นเมล็ด

## GYMNOSPERM

พืชพวกจิมโนสเปิร์มส่วนใหญ่เป็นไม้ยืนต้น มีต้น ราก ใบ ที่แท้จริง และมีการเจริญเติบโตตามด้านกว้าง เนื้อไม้แข็ง ไม่ผลัดใบ พบมีทั้งที่เป็นไม้ใหญ่ ไม้พุ่มและไม้เลื้อย มีการสร้างสปอร์หรือเมล็ดบนอวัยวะที่เรียกว่าสโตรบิลัสหรือโคน เมล็ดเปลือยไม่มีเนื้อหรือผลหุ้ม เนื่องจากไม่มีดอก ต้นแกมีโทไฟต์ขนาดเล็ก อาศัยอยู่บนต้นสปอโรไฟต์ ตัวอย่างที่รู้จักกันดีได้แก่ พืชพวกสน hemlock spruce fir juniper cypress เปะก๊วย มะเหมี่ยว และพวกที่มีลักษณะคล้ายเฟินได้แก่ ปรงเป็นต้น แบ่งออกเป็น 4 ดิวิชัน (ตารางที่ 5.1)

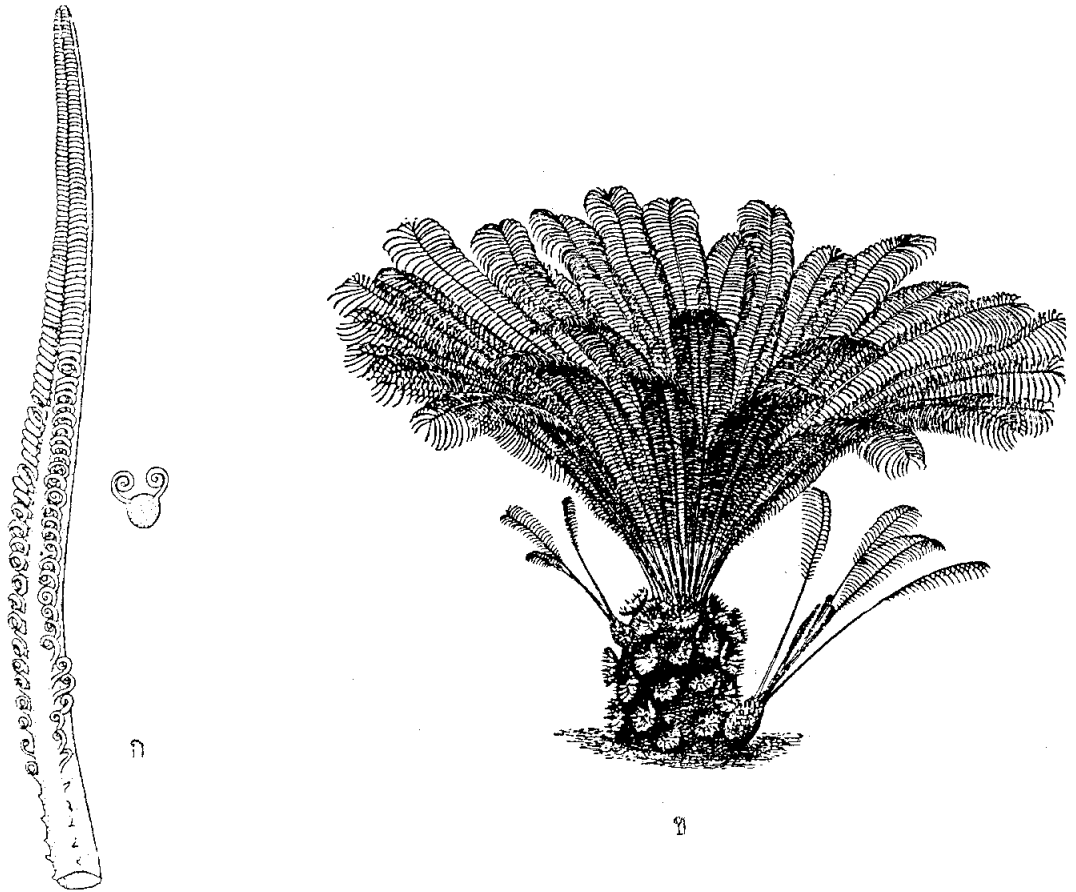
ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบลักษณะของพืชไม่มีดอกของดิวิชันที่ยังเหลืออยู่  
(จาก Arnett and Braungart, 1970 หน้า 381)

Division	Cycadophyta	Ginkgophyta	Coniferophyta	Gnetophyta
Habit	Palmlike	Tree with broad leaves	Trees or shrubs with needles or broad leaves	Tree or Prostrate forms with broad leaves or needles
Distribution	Tropical and subtropical only	Temperate regions under cultivation; native only in central Asia	Worldwide	Some desert regions of Old and New worlds
No. of species	100 <sup>†</sup>	1 <sup>3</sup>	520 <sup>†</sup>	75 <sup>†</sup>
Distinctive features	Sperm cell ciliate, motile, sporangia in strobili; leaves pinnately compound	Sperm cells ciliate; sporangia solitary or few, not in strobili; leaves simple	Sperm cells non-motile; staminate strobili simple; stem with resin canals	Sperm cells non-motile; staminate strobili compound; stems without resin canals

<sup>†</sup> นักวิทยาศาสตร์บางท่านรวมพวก Ginkgo ที่เป็นพืชชนิดเดียวที่เหลืออยู่ในดิวิชัน Ginkgophyta ไปรวมไว้ในดิวิชัน Coniferophyta

## DIVISION CYCADOPHYTA

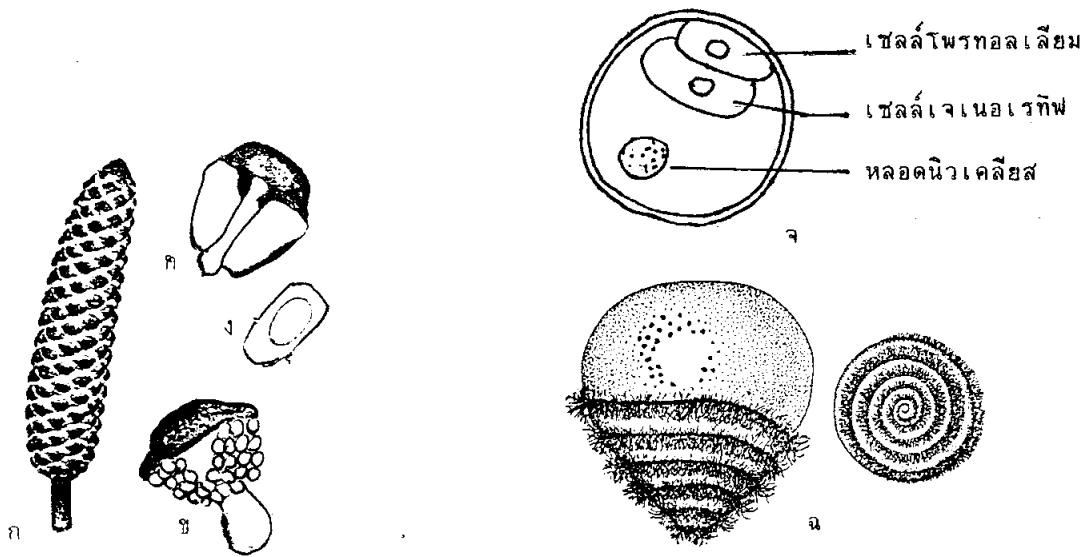
เป็นพืชที่มีชื่อสามัญว่า cycad หรือภาษาไทยเรียกว่า ปรัง พบในเขตร้อน และเขตอบอุ่นค่อนข้างร้อน พบประมาณ 100 ชนิด ลักษณะทั่วไปคล้ายพวกปาล์ม คือมีต้นเป็นหัวใต้ดินที่แข็งและหนา ชูส่วนต้นขึ้นมาเหนือดิน ส่วนเหนือดินอาจสูงได้ถึง 50 ฟุต ใบเป็นใบประกอบ มีเส้นใบแตกแบบ 2 ง่าม ใบอ่อนของปรังบางชนิด เช่นพวก *Cycas* มีใบอ่อนม้วนงอ (ภาพที่ 5.1 ก) พืชส่วนใหญ่โตช้าและมีอายุยืน อาจมีอายุกว่าพันปี ปรังเป็นพืชที่ไม่แตกกิ่งต้น ถูกปกคลุมด้วยฐานใบ (ภาพที่ 5.1 ข) เนื้อเยื่อประกอบด้วยเซลล์ชนิดพาเรงคิมาเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้น เนื้อไม้จึงไม่แข็งมาก มีท่อน้ำเมือกในต้นจำนวนมาก พืชพวกนี้ได้รับความสนใจเนื่องจกมีการสืบพันธุ์แบบโบราณ คือมีสเปิร์มที่เคลื่อนที่ได้เกิดอยู่ในละอองเกสรที่ถูกพาไปโดยลมไปตกบนโคนตัวเมีย สเปิร์มจะเคลื่อนที่เข้าผสมกับไข่ในออวูล



ภาพที่ 5.1 ก. ใบอ่อนของ *Cycas revoluta* ม้วนคล้ายใบเฟิน ข. *Cycadeoidea* (Brown, 1969 และ Foster, 1959)

เป็นพืชที่จัดว่าไม่มีประโยชน์ในทางเศรษฐกิจเลย นอกจากจะใช้เป็นไม้ประดับ ในประเทศไทยที่รู้จักกันดีคือปรงหรือปรงเขา (*Cycas circinalis* Linn.) ปรงเขาพบทั่วไปในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงใต้ ในที่สูง 900-1,200 เมตรขึ้นไป โคนใบมีหนาม ปรงทะเล (*C. rumphii* Mig.) พบตามชายฝั่งทะเล ไม่ขึ้นในที่สูง โคนใบมีหนาม ปรงไทย (*C. siamensis* Mig.) พบตามป่าผลัดใบ มีหัวใต้ดิน ใบเล็ก ใบอ่อนมีขน ใบย่อยแบน ก้านใบมีหนาม โคนเกิดปลายยอด มีสีน้ำตาลอ่อน มีขนปกคลุม เมื่อโตเต็มที่จะหลุดหมด *C. immersa* พบตามป่าดิบ มีต้นใต้ดินงอบขึ้นมา ยาวประมาณ 1 เมตร ใบย่อยมีจำนวนมาก หลังใบสีเขียวแก่ ท้องใบสีนวล ปรงเขา (*C. pectinata* Gill) คล้าย *C. siamensis* แต่ส่วนมากใบจะเกลี้ยงไม่มีขน

ต้นเพศผู้และเพศเมียแยกกัน ทั้งไข่ออูลและเกสรตัวผู้เกิดอยู่บนสไปโรฟิลล์หรือใบสร้างสปอร์ ใบสร้างสปอร์เพศผู้จะมีขนาดเล็กกว่าใบสร้างสปอร์เพศเมีย ใบสร้างสปอร์มักจะรวมกันอยู่เป็นโคนที่บริเวณปลายยอดของต้น (ภาพที่ 5.2 ก) มีอับสปอร์ติดที่ผิวล่างหรือข้าง ๆ ของใบสร้างสปอร์ (ภาพที่ 5.2 ข. และ ค) โคนเพศผู้มีขนาดใหญ่ ปรงบางชนิดสร้างโคนขนาดใหญ่มาก อาจมีน้ำหนักเกือบร้อยปอนด์



ภาพที่ 5.2 ก. - ง *Zamia floridana* แสดง

ก. ไมโครสตรอบิลัส x 0.5

ข. ผิวล่างของใบสร้างสปอร์เพศผู้เห็นอับสปอร์

ค. เมกะสไปโรฟิลล์และออูลก่อนการผสมเกสร x 2

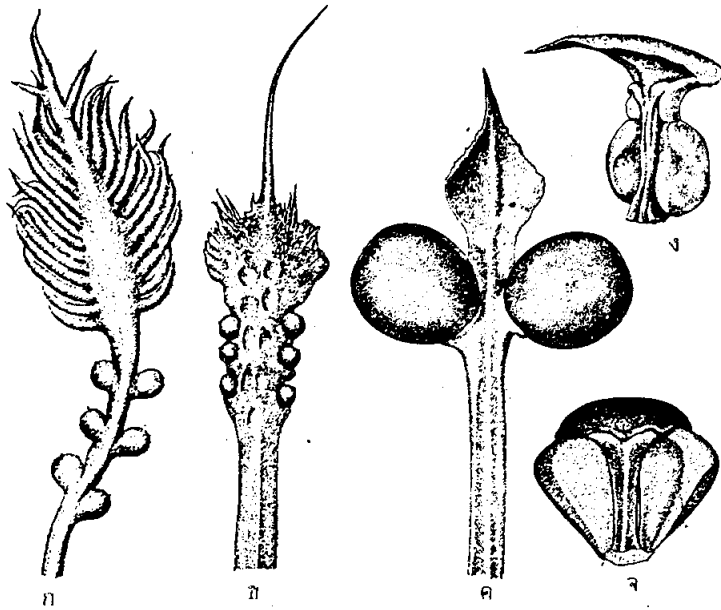
ง. ออูลตัดตามยาว x 0.75

จ. ต้นแกมีโทไฟต์เพศผู้

ฉ. สเปิร์มของปรง ประกอบด้วยขนเล็ก ๆ จำนวนมาก มองจากด้านข้าง (ซ้าย) และด้านบน (ขวา)

(Bold, 1967 และ Brown, 1969)

ใบสร้างสปอร์ของต้นพืชเมียบางชนิด จะเรียงตัวเป็นวง คล้ายการเรียงตัวของใบ เห็นเป็นกระจุกอยู่ที่ปลายยอดของต้นเช่นกัน แต่ไม่อยู่ในลักษณะของโคน ปลายใบสร้างสปอร์ จะแผ่ออก มีออวุลติดอยู่ที่ก้านใบ (ภาพที่ 5.3) เป็นคู่ ๆ



ภาพที่ 5.3 Ovulate sporophyll ของปรนชนิดต่าง ๆ แสดงออวุลที่ยังอ่อนอยู่ (ก - ข) และเมล็ด (ค - ง)

ก. *Cycas revolute*

ข. *Cycas circinalis*

ค. *Cycas rumphii* ปรนชนิดนี้มักมีออวุล 6 เม็ด แต่อาจพบมี 2 หรือ 4

ง. *Dioon edule*

จ. *Zamia*

(Brown, 1969)

ตัวอย่างที่จะกล่าวในที่นี้ คือ *Zamia* *Zamia* เป็นปรนที่พบทั่วไป สร้างโคนเพศผู้สีน้ำตาลที่บริเวณปลายยอด (ภาพที่ 5.2 ก) มีขนาดยาวได้ถึง 10 เซนติเมตร มีอับสปอร์เกิดติดที่ผิวด้านล่างของใบสร้างสปอร์ด้วยก้านขนาดสั้น ประมาณ 28-50 อับ (ภาพที่ 5.2 ข) มีลักษณะเป็นมัน ภายในมีสปอร์เพศผู้ที่จะเจริญไปเป็นต้นแกมิโทไฟต์เพศผู้อยู่ภายใน ต้นแกมิโทไฟต์เพศผู้ประกอบด้วยเซลล์เพียง 3 เซลล์ (ภาพที่ 5.2 จ) สปอร์จะกระจายออกจากต้นพืชในลักษณะนี้ และถูกเรียกว่า ละอองเกสรตัวผู้

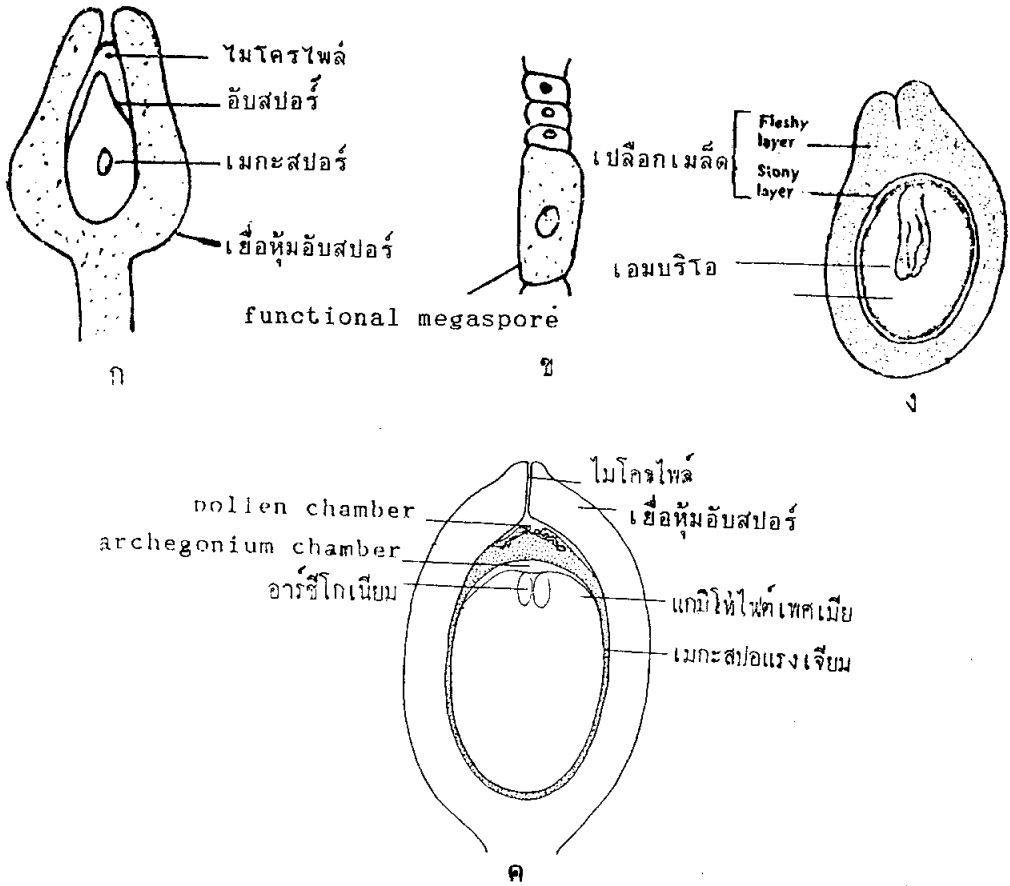
\* คำว่าไมโครสปอร์มีความหมายถึงสปอร์ก่อนที่จะมีการแบ่งนิวเคลียสไปเป็นต้นแกมิโทไฟต์ หลังจากนิวเคลียสแบ่งตัวแล้วเกิดเป็นต้นแกมิโทไฟต์อยู่ภายในจึงจะถูกเรียกว่าละอองเกสรตัวผู้ (Pollen grain)

อวัยวะเพศเมียเกิดแยกอีกต้นหนึ่งบนใบที่ทำหน้าที่สร้างสปอร์ ที่เกิดเป็นกระจุกอยู่ที่ปลายยอด แต่ละใบสร้างสปอร์ของ *Zamia* จะสร้างออวุลหรืออับสปอร์ 2 อับ ติดอยู่ที่โคนใบ (ภาพที่ 5.3 ค) อับสปอร์มีผนังหุ้มอับสปอร์หนา 1 ชั้นหุ้มอยู่ เว้นเฉพาะตรงไมโครไฟล์ เซลล์ภายในถุงจะทำหน้าที่สร้างสปอร์โดยการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เกิดเป็นสปอร์เพศเมียจำนวน 4 สปอร์เรียงตัวติดกันในแนวตั้ง (Linear tetrad) สปอร์ 3 สปอร์ ที่มักจะเป็นสปอร์ที่อยู่ใกล้ไมโครไฟล์จะสลายตัวไป เหลืออยู่เพียงสปอร์เดียวที่ทำหน้าที่จะเจริญไปเป็นต้นแกมีโทไฟต์เพศเมียที่ประกอบด้วยอาร์ชีโกเนียมขนาดใหญ่ อาร์ชีโกเนียมประกอบด้วยส่วนคอ 2 เซลล์ และ Central cell 1 เซลล์ ก่อนที่อาร์ชีโกเนียมจะแก่ นิวเคลียสใน central cell จะแบ่งไมโทซิสได้ 2 เซลล์ ที่เจริญไปเป็นไข่และนิวเคลียสของ Ventral canal ที่มักไม่มีผนังมากระกั้นแยกออกจากกัน การเจริญเติบโตของแกมีโทไฟต์เพศเมียมกินเวลาประมาณ 5 เดือน

เกสรตัวผู้จะปลิวไปตกบนต้นเพศเมีย บางส่วนของเกสรตัวผู้จะเคลื่อนผ่านไมโครไฟล์เข้าไปพักตัวอยู่ที่ pollen chamber ตรงบริเวณปลายสุดของอับสปอร์เพศเมีย ต่อมาโพรงทอปลาซีมของสปอร์จะยืดยาวออกเป็นหลอดเกสร ยื่นเข้าไปในเมกะสปอร์แรงเจียมพบหลอดเกสรอาจยาวได้ถึง 2-4 มิลลิเมตร หลังจากการถ่ายละอองเกสรประมาณ 1 อาทิตย์ generative cell จะแบ่งตัวออกเป็น stalk และ body cell ขณะนี้สปอร์เพศเมียจะเริ่มเจริญเป็นต้นแกมีโทไฟต์แล้ว ทั้งต้นแกมีโทไฟต์เพศเมีย อวัยวะเพศ และเซลล์ไข่ของปรองจะมีขนาดใหญ่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จัดว่ามีขนาดใหญ่ที่สุดในพวกพืชมีเมล็ด ต่อมา body cell จะแบ่งตัวเป็นเซลล์สเปิร์ม 2 เซลล์ที่เคลื่อนที่ได้เนื่องจากมีขนจำนวนมาก (ภาพที่ 5.2 ฉ) มีขนาดได้ถึง 300 ไมครอน<sup>1</sup> จัดว่าใหญ่ที่สุดในอาณาจักรพืช สเปิร์มจะเคลื่อนที่ผ่านหลอดเกสร เข้าสู่ส่วนคอของอาร์ชีโกเนียมไปยังไซโทพลาซีมของเซลล์ไข่ นิวเคลียสของสเปิร์มจะกระจายไปรวมกับนิวเคลียสของไข่เกิดเป็นไซโกตและเจริญต่อไปเป็นเมล็ด

ช่วงเวลาระหว่างการถ่ายละอองเกสร ถึงเวลาการผสมพันธุ์ของ *Zamia* กินเวลาประมาณ 5 เดือน ระยะเวลาที่นานพอที่ต้นแกมีโทไฟต์เพศเมียจะเจริญเต็มที่ ไข่ทุกใบอาจจะถูกผสมและเจริญไปเป็นเอมบริโอ แต่จะเหลืออยู่เพียงต้นเดียวในเมล็ดแก่ เอมบริโอประกอบด้วยส่วนที่จะเจริญไปเป็นเรดิเคิล ใบเลี้ยง 2 ใบ และตายอด (Plumule) เมื่อเมล็ดแก่ส่วนของผนังหุ้มอับสปอร์จะแยกออกเป็นชั้น ๆ ชั้นนอกมีสีเหลืองปนแดง ถัดเข้าไปเป็นชั้นที่อวบชุ่ม และชั้นในสุดค่อนข้างแข็ง เมล็ดจึงประกอบด้วยต้นสปอร์โรไฟต์ฝังอยู่ในส่วนของต้นแกมีโทไฟต์เพศเมียที่เหลืออยู่ในสปอร์เพศเมียภายในอับสปอร์ ทั้งหมดจะหุ้มด้วยผนังหุ้มอับสปอร์ที่ในขณะนี้ถูกเรียกว่าเปลือกเมล็ด เมล็ดของปรอง (*Zamia* และ *Cycas*) งอกได้อย่างรวดเร็ว ถ้าลอกเปลือกนอกออกก่อนที่จะปลูก

<sup>1</sup> ไมครอน เป็นมาตราวัดความยาว ที่มีขนาด 1 ไมครอนเท่ากับ 0.001 มิลลิเมตร



ภาพที่ 5.4 การเจริญเติบโตของอวัยวะเพศเมียของปรง ก. อับสปอร์หุ้มด้วยผนังหุ้มอับสปอร์ ข. megasporocyte แบ่งเป็น 4 สปอร์เรียงในแนวตั้ง ค. สปอร์ที่เหลืออยู่เจริญเป็นต้นแกมิโทไฟต์เพศเมียอยู่ในอับสปอร์ ง. เมล็ด *Zamia* ตัดขวางแสดงส่วนประกอบภายใน

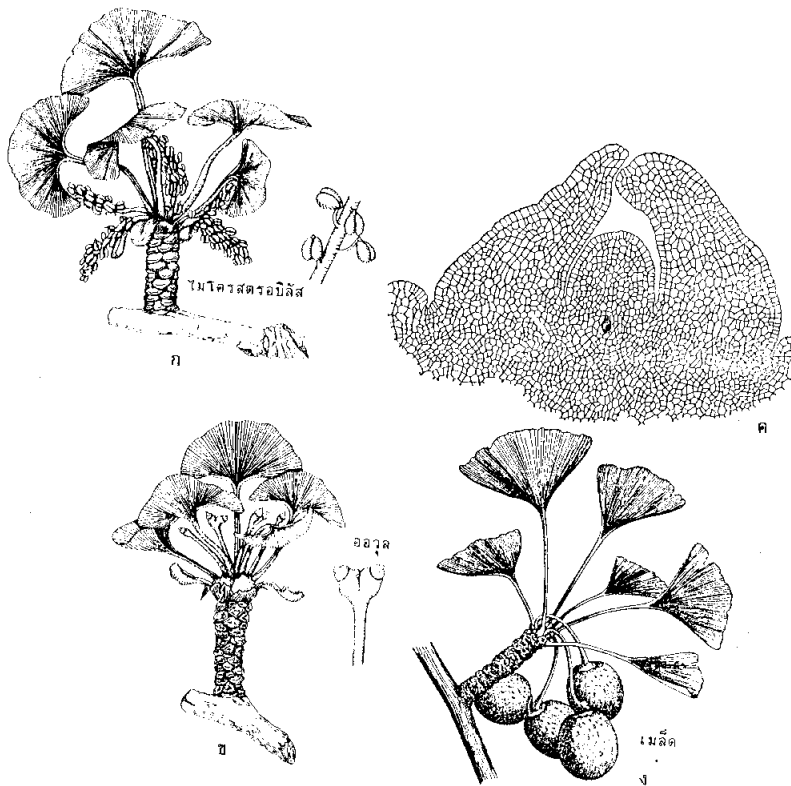
## DIVISION GINKGOPHYTA

พืชในดิวิชันนี้พบมากในสมัย Mesozoic (ตารางที่ 3.1) ปัจจุบันเหลืออยู่เพียงชนิดเดียวคือ *Ginkgo biloba* มีชื่อสามัญว่า แปะก๊วย หรือ maidenhair tree<sup>4</sup> เป็นพืชพื้นเมืองของประเทศจีน ถูกนำมายุโรปในปี ค.ศ. 1730 และอเมริกาในปี 1784 ปัจจุบันพบปลูกกันทั่วโลก เพราะเป็นไม้ใหญ่ให้ร่มเงาดี ต้องการน้ำน้อย และทนต่อควันไฟ

<sup>4</sup> การที่เรียกว่า maidenhair tree เพราะมีใบรูปพัด และมีเส้นใบแบบ pinnules เหมือนพวก maidenhair fern หรือเฟินก้านดำ (*Adiantum*)



เป็นพืชขนาดใหญ่ อาจมีเส้นผ่าศูนย์กลางของต้น 10-12 ฟุต สูงประมาณ 60-90 ฟุต เนื้อไม้ค่อนข้างแข็ง เพราะแคมเบียมจะสร้างเนื้อเยื่อพวกไซเลมเพิ่มขึ้นทุกฤดู รากก็มีลักษณะเช่นเดียวกัน ต้นที่แก่จะมีคอร์กเกิดขึ้นแทนที่ชั้นผิวนอกของลำต้น มีท่อเมือกทั่วต้นเหมือนพวกปรง มีการแตกกิ่งไม่มีระเบียบ มีกิ่ง 2 ชนิด คือ กิ่งปกติขนาดยาว และกิ่งที่ทำหน้าที่สร้างอวัยวะเพศ มีขนาดสั้น (Spur shoots) พวกกิ่งขนาดสั้นจะเจริญช้า มีข้อสั้น ๆ มีใบเรียงโดยรอบ ทำให้ดูเป็นกระจุกแน่น มีใบกว้าง รูปคล้ายพัดปลายหยักเป็น 2 พู เส้นใบแตกแบบขนาน (ภาพที่ 5.5) ใบเรียงแบบสลับรอบต้น เป็นพืชต้องการอากาศเย็น ถ้าอากาศไม่เย็นพอจะไม่มีใบ ปรากฏเป็นเพียงตุ่มให้เห็น

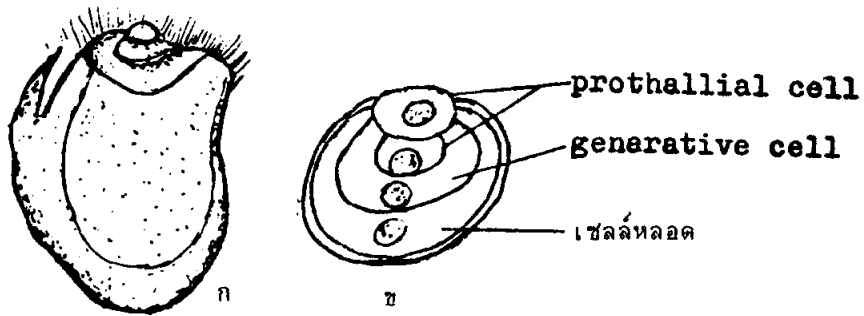


ภาพที่ 5.5 แปะก๋วยแสดงสโตรบิลัสที่เกิดอยู่บนกิ่งขนาดสั้น

- ก. กิ่งเพศผู้
- ข. กิ่งเพศเมียและออวูล
- ค. ออวูลตัดตามยาวแสดงนิวเคลลัส (nucellus) ที่เห็นมีเซลล์แม่หุ้มด้วยผนังหุ้ม
- ง. กิ่งที่ออวูลเจริญไปเป็นเมล็ดแล้ว

(จาก Bold, 1967 และ Brown, 1969)

ต้นเพศผู้และต้นเพศเมียแยกกัน แต่เนื่องจากเมล็ดมีกลิ่นไม่ค่อยดี คือมีวเยื่อที่หุ้มชั้นนอกเหนียวมาก จึงนิยมปลูกร่วมกันแต่ต้นเพศผู้ และขยายพันธุ์โดยการตอน สร้างสปอร์บนกิ่งขนาดสั้น (ภาพที่ 5.5) สปอร์เพศผู้เกิดอยู่บนสโตรอบิลัสที่ประกอบด้วยไมโครสปอโรฟิลล์ที่ไม่แผ่ออกเป็นใบชัดเจน ตรงปลายจะมีอับสปอร์ห้อยอยู่ 1-2 คู่ รวมกันเป็นสโตรอบิลัสห้อยอยู่ (ภาพที่ 5.5 ก) ส่วนเมกะสโตรอบิลัสเกิดตรงปลายกิ่งขนาดสั้น มีออวุลเกิดตรงปลายเป็นคู่ ๆ (ภาพที่ 5.5 ข) ต้นแกมิโทไฟต์เพศผู้เกิดอยู่ในสปอร์ ประกอบด้วยเซลล์ 4 เซลล์ คือ prothallial 2 เซลล์ เจเนอเรทีฟ (Generative) 1 เซลล์ที่ต่อไปจะเจริญไปเป็นสเปิร์ม 2 ตัว และเซลล์หลอด (tube cell) สเปิร์มมีขนหลายเส้น (ภาพที่ 5.6 ก) คล้ายในปรอง การถ่ายละอองเกสร การผสมพันธุ์คล้ายกับพวกปรอง คือจะมีหลอดเกสรตัวผู้งอกเข้าไปยังอวัยวะเพศเมียที่กำลังเจริญไปเป็นต้นแกมิโทไฟต์ หลังจากมีการผสมพันธุ์แล้วจะเจริญไปเป็นเมล็ด 2 เมล็ดที่ปลายกิ่ง (ภาพที่ 5.5 ง) ระยะเวลาที่ใช้ในการถ่ายละอองเกสรจนมีการผสมเกสรในเปาะกัวยใช้เวลาหลายเดือน ระยะเวลานี้จะนานเพียงพอที่ต้นแกมิโทไฟต์เพศเมียจะเจริญเติบโตเต็มที่ เมล็ดที่สุกผิวนอกจะอวบชุ่ม และมีกลิ่นเหม็นคลื่นไส้อาจทำให้เกิดเม็ดผื่นขึ้นเมื่อไปถูก



ภาพที่ 5.6 *Ginkgo biloba* แสดง ก. สเปิร์มที่โตเต็มที่ ข. ส่วนประกอบของเกสรตัวผู้ในขณะที่ถูกปล่อยออกมา

## DIVISION CONIFEROPHYTA

Coniferophyta เป็นพืชกลุ่มที่ใหญ่ที่สุดในพวกจิมโนสเปิร์ม จัดเป็นพืชมีเมล็ดที่แท้จริงพบเกิดรวมกันอยู่เป็นกลุ่ม กลุ่มหนึ่งจะประกอบด้วยพืชพวกนี้ 1-2 ชนิดขึ้นไป ไม่มีต้นไม้อื่นแทรกรวมกันอยู่เป็นป่าเรียกว่าสน (Conifer forest) เป็นพืชที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับอากาศเย็นได้ดี จึงพบกระจายทั่วทั้งเขตนานและเขตร้อนของโลก จัดเป็นพืชกลุ่มเดียวที่พบในป่าใหญ่แถบซีก

โลกเหนือ เช่นป่า Juniper พบขึ้นปกคลุมตั้งแต่พื้นดินไปจนถึงภูเขา โดยเฉพาะบนเขาสูง ๆ พบพวก pine และ spruce ปกคลุมทั่วไปหมด มักจะมีใบขนาดเล็ก สนหลายชนิดมีใบคล้ายเข็มหรือเป็นเกล็ด มีไม่กี่ชนิดที่มีใบกว้าง ส่วนใหญ่เป็นไม้ไม่ผลัดใบ พบเพียง 3 สกุลที่ผลัดใบ

Conifer แบ่งออกเป็นหลายวงศ์ ที่มีส่วนของใบแตกต่างกันเห็นได้ชัด เช่น

วงศ์ Pinaceae (Pines) เป็นพวกที่มีใบคล้ายเข็มอยู่เป็นกระจุก กระจุกละ 2 - 3 ใบสั้นบ้าง ยาวบ้าง ประกอบด้วยสมาชิกประมาณ 40 - 50 สกุล ที่รู้จักกันดี ได้แก่พวก Pine (Pinus) หรือสน ประกอบด้วยสมาชิกประมาณ 500 ชนิดกระจายทั่วโลก ยกเว้นในเขตร้อน ได้แก่ fir (Abies), douglas fir (Pseudotsuga), juniperus (Junipers), larches (Larix), spruce (Picea), hemlocks (Tsuga), และอื่น ๆ พืชเหล่านี้มีขบวนการสืบพันธุ์ที่คล้ายกัน สนที่พบมากในประเทศไทยได้แก่ สนสองใบ หรือไม้เกี้ยว (Pinus merkusii) และสนสามใบ (P. khasya) สนเป็นพืชที่มีน้ำมันสน ป่าสนจึงเกิดไฟไหม้ป่าได้ง่าย ซึ่งการเกิดไฟไหม้มีประโยชน์ต่อสน คือปกติเมล็ดสนจะมีอายุได้ประมาณ 1 เดือนก็จะตายถ้าไม่ตกถึงดินและได้รับความชื้นพอ การเกิดไฟไหม้ป่าสนช่วยให้เมล็ดตกถึงพื้นและงอกได้

วงศ์ Podocarpaceae เป็นพวกที่มีใบคล้ายใบเกล็ด ไปจนถึงใบแบนกว้าง (ภาพที่ 5.11 ก) ใบเรียงแบบ spiral มีเมล็ดที่ห่อหุ้มด้วยพวก nut ได้แก่พวกต้นดอกโก (Podocarpus neuifolium) พญาขามป้อม (P. imbricarpus) ขุนไม้หรือพญาไม้ (P. wallichianus Presl.)

วงศ์ Taxaceae เป็นสนที่มีใบ 2 แบบ ใบอ่อนใหญ่แบนหรือเป็นขน ส่วนใบที่ทำหน้าที่สืบพันธุ์มีลักษณะเป็นเกล็ดเล็ก ๆ ติดกับกิ่ง ไม่ผลัดใบ เป็นไม้พุ่มหรือไม้ยืนต้นขนาดเล็ก เมล็ดแข็งมักเรียกว่าผล ที่รู้จักกันดีได้แก่พวก Taxus มีใบแบบ linear (ภาพที่ 5.11 ค)

วงศ์ Araucariaceae ส่วนใหญ่เป็นพืชที่มีต้นแยกเพศกัน (Dioecious tree) มีใบแคบหรือกว้าง เรียงตรงข้ามกันเป็นคู่ หรือเรียงแบบ spiral เป็นพืชที่ไม้ผลัดใบสร้างโคนขนาดใหญ่ เช่นที่พบใน Agathis มีโคนขนาดเกือบเท่า เบบอลล์ ลูกย่อม ๆ (ภาพที่ 5.11 ข) สนที่รู้จักกันดีได้แก่พวกสนฉัตร (Araucaria exelsa)

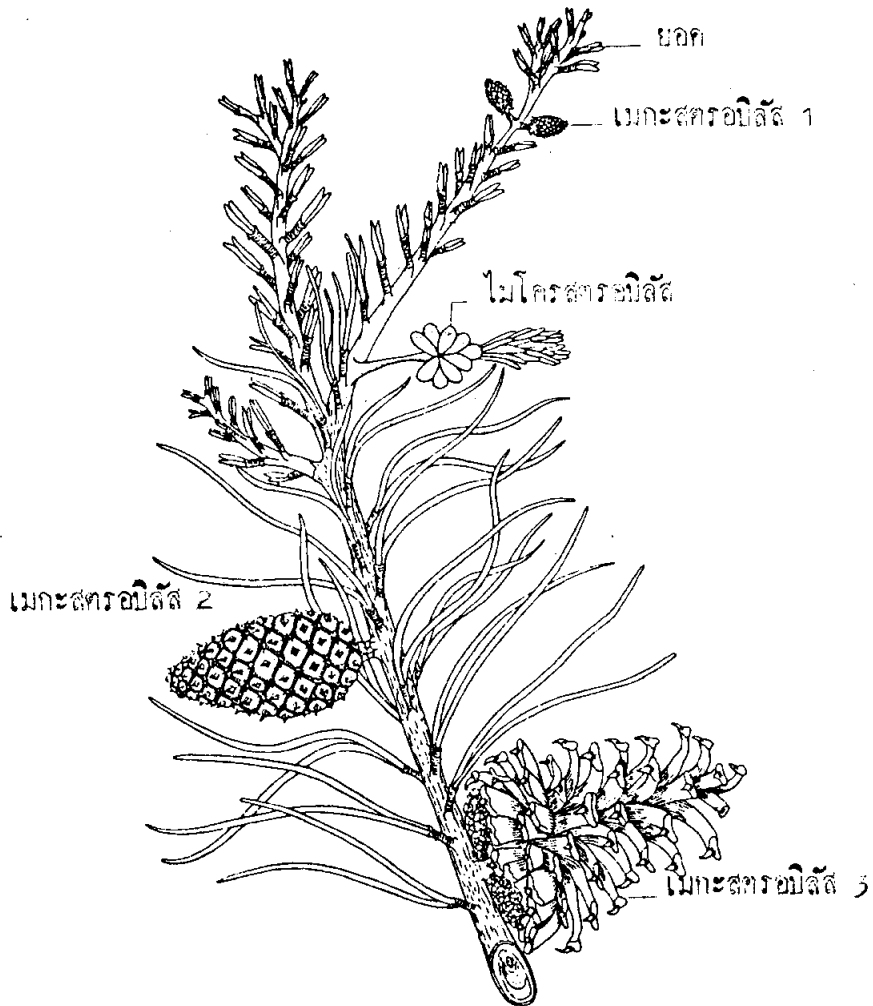
คำว่า "conifer" นี้คนทั่วไปเข้าใจว่าเป็นต้นไม้ไม่ผลัดใบ คือมีใบเขียวตลอดปี แต่ในหลายสกุล เช่น พวก cypress (Taxodium), larch และ dawn redwood (Metasquoia) เหล่านี้เป็นไม้ผลัดใบ สนที่จัดว่ามีขนาดใหญ่และอายุมากได้แก่พวก California redwood (Sequoiadendron gigantea)

---

<sup>7</sup> Pine เป็นชื่อสามัญที่ใช้กับสกุลอื่นด้วย เช่น Araucaria และแม้แต่พืชมีดอกบางอย่าง เช่น สนทะเล (Casuarina)

สูงถึง 360 ฟุต พวก *Pinus aristata* ที่แคลิฟอร์เนีย มีอายุถึง 4,000 ปี เป็นสนที่โคนมีลักษณะเป็นขนแข็ง ๆ

สนหลายชนิดเป็นไม้ที่มีค่ามาก เช่นพวก douglas fir, ponderosa pine และ white pine ใช้ทำเยื่อกระดาษและพลาสติก กับเป็นแหล่งผลิต turpentine และ resin สนพวก cedar, yew และ *Araucaria* เป็นไม้ประดับที่ปลูกกันกว้างขวาง โดยเฉพาะ *A. araucana* หรือ "monkey puzzle tree" และ *A. heterophylla* เรียก "Island pine" ปลูกกันกว้างขวางมาก ตัวอย่างที่จะกล่าวในที่นี้คือสกุล *Pinus*



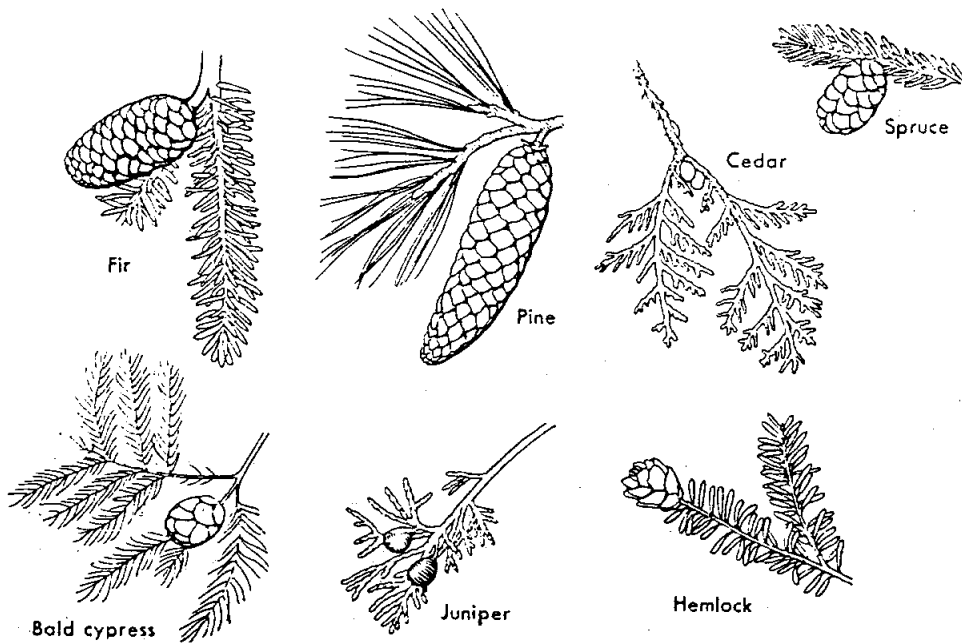
ภาพที่ 5.7 สนแสดงเมกะสโตรอบิลัส 3 ระยะคือ 1. ระยะที่มีการถ่ายละอองเกสร 2. หลังจากการถ่ายละอองเกสรแล้ว 1 ปี 3. หลังจากการถ่ายละอองเกสรแล้ว 2 ปี เป็นระยะที่เมล็ดแก่และถูกปล่อยออกมา (Bold H.C., 1977)

สนเป็นพืชที่มีขนาดใหญ่หรือเป็นพุ่ม มีเนื้อไม้แข็งและละเอียดสลาย ประกอบด้วย เซลล์เกือบเป็นชนิดเดียวกันหมด คือประกอบด้วยเซลล์พวก เทรคีด เป็นส่วนใหญ่ ปนกับพวก พาเรงคิมาบ้าง ต้นจะมีความสูงเพิ่มขึ้นทุกปี เนื่องจากมีตาที่ปลายยอดปกคลุมด้วยใบเกล็ดเล็ก ๆ ที่เจริญไปเป็นกิ่งใหม่ ทั้งต้นและรากมีแคมเบียมทำให้มีขนาดกว้างขึ้นเรื่อย ๆ

ใบสนมีลักษณะกลม ยาว คล้ายเข็ม เกิดเป็นกระจุกบนกิ่งเล็ก ๆ ที่แตกออกข้าง ๆ แกนใหญ่ เรียกกิ่งนี้ว่า spur shoot (ภาพที่ 5.7) กิ่งนี้จะเกิดที่มุมของใบเกล็ดเล็ก ๆ กิ่งหนึ่งจะมี ใบเกิดขึ้น 10 - 15 ใบ ในจำนวนนี้มีเพียง 1 - 5 ใบเท่านั้นที่จะเจริญเป็นใบที่สมบูรณ์ ซึ่งจำนวน ของใบที่สมบูรณ์นี้จะขึ้นกับชนิดของสน ใน *Junipers* (Red cedar) จะมีใบอ่อนคล้ายเข็ม แต่ใบ แก่มีลักษณะคล้ายใบเกล็ด ใบสนจะมีคิวตินคลุมหนาและมีปากใบชนิดฝัง (Sunken stoma) คือ ปากใบจะอยู่ลึกลงไปใต้ผิวชั้นนอกของใบ ผิวใบเป็น multiple epidermis มีท่อเรซินฝังอยู่ในชั้นมี โสฟิล เนื้อเยื่อลำเลียงถูกล้อมด้วยชั้นเอนโดเดอริส

### การสืบพันธุ์

ต้นสนที่เจริญเต็มที่เมื่ออายุหลายปีจะสร้างสปอร์ สปอร์ส่วนใหญ่เกิดอยู่ในอวัยวะที่ เรียกว่าโคนหรือสโตรบิลัส มีไม้กึ่งชนิดเช่น *juniperus* ที่มีผลแบบเบอร์รี่ (ภาพที่ 5.8) สนต่างจาก ที่ซพวกปรองและแปะก๊วย คือสนเป็นพืชที่มีดอกเพศผู้ดอกเพศเมียร่วมต้น สร้างกิ่งเพศผู้และกิ่ง เพศเมียอยู่บนต้นเดียวกัน โคนเพศผู้หรือไมโครสโตรบิลัสจะเกิดอยู่เป็นกลุ่มได้ยอด (ภาพที่ 5.7 และ 5.9 ก) มีสีเขียวอ่อนหรือสีแดงแล้วแต่ชนิดของสน โคนเพศเมียหรือเมกะสโตรบิลัสเกิดอยู่ บนกิ่งสั้น ๆ ที่แตกออกตรงด้านข้างของลำต้น (ภาพที่ 5.7)



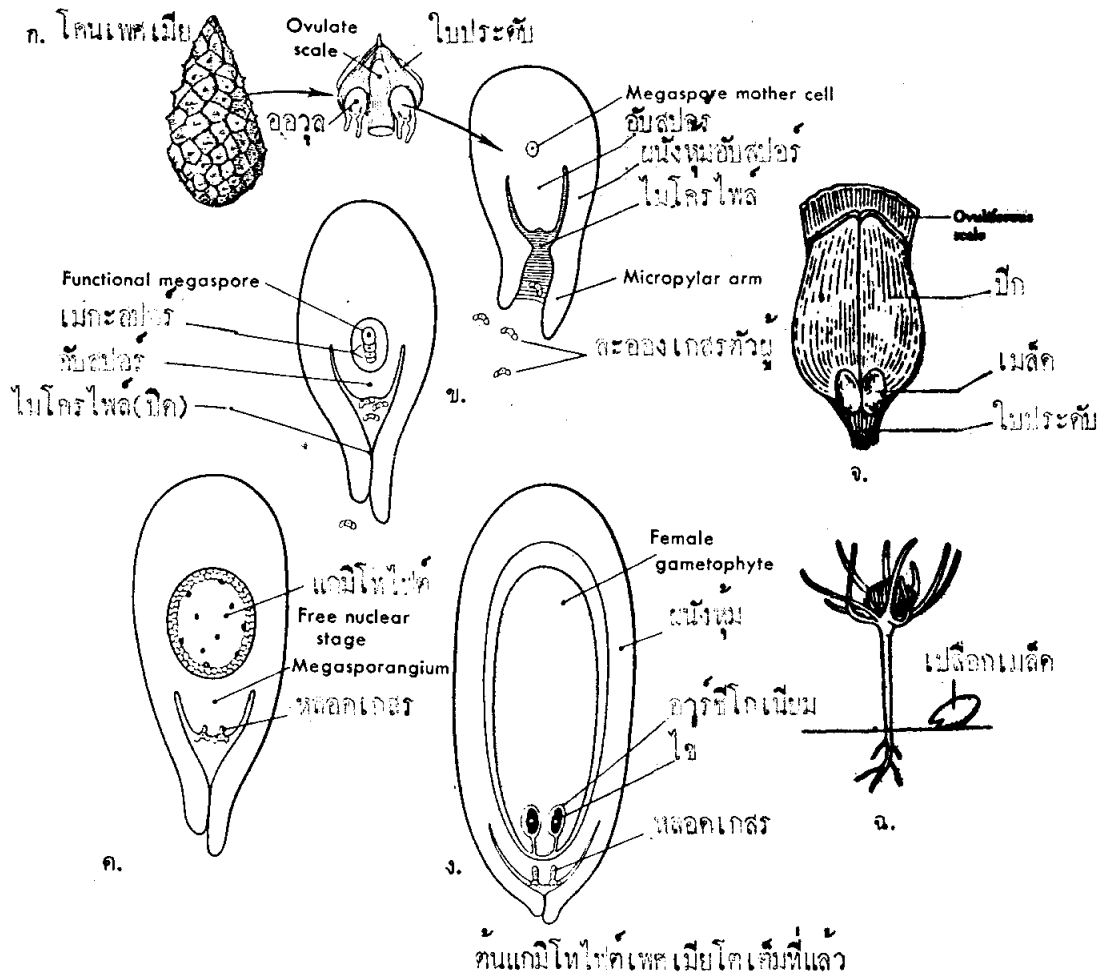
ภาพที่ 5.8 สน (Conifer) ชนิดต่าง ๆ แสดงลักษณะของใบและโคนเพศเมียต่างแบบกัน (Arnett and Braungart, 1970)



โคนเพศเมียมีการจัดระเบียบที่ค่อนข้างยุ่งยาก คือประกอบด้วยแกนกลางที่มีใบติดอยู่ โดยเรียงเวียนรอบแกนกลาง และมีระยางค์ยื่นออกมาเรียก ovuliferous scales หรือ ovulate scales ปลายระยางค์มีออวูลติดอยู่ 2 ถุง (ภาพที่ 5.10 ก) ออวูลประกอบด้วยผนังหุ้มหนาชั้นเดียวที่ คลุมไม่ตลอดเว้นตรงไมโครไพล์ ภายในจะมีสปอร์ 4 สปอร์ (ภาพที่ 5.10 ข) ต่อมาสปอร์ที่อยู่ ใกล้ทางด้านไมโครไพล์ 3 สปอร์จะสลายไป เหลือเพียงสปอร์เดียวที่ทำหน้าที่คือจะเจริญเติบโต เป็นต้นแกมิโทไฟต์เพศเมีย สปอร์ที่เหลืออยู่มีขนาดเท่าสปอร์เพศผู้โดยประมาณ

ในขณะที่ละอองเกสรตัวผู้ปลิวมาตกบนโคนเพศเมีย เป็นเวลาที่โคนเพศเมียยืดยาว ขึ้นเล็กน้อย ทำให้ ovuliferous scales แยกออกจากกัน ละอองเกสรตัวผู้บางส่วนก็จะหลุดผ่าน รอยแยกเข้าไปติดอยู่ตรงปลายถุงไข่ โดยมีหยดน้ำเกสรตัวผู้หยดนำเข้าไปก่อน แล้วเกสรตัวผู้ก็ จะหลุดตามเข้าไปโดยการลอยไปบนน้ำเกสรตัวผู้ หรือถูกดึงเข้าไปก่อนโดยการหดตัวของน้ำเกสร ตัวผู้เข้าสู่ pollen chamber (ภาพที่ 5.10 ข)

หลังจากมีการถ่ายละอองเกสรแล้ว ovuliferous scales ที่ยึดตัวแยกออกจากกันก็จะ ขยายตัวไปติดกันอีก ในขณะนั้นสปอร์เพศเมียที่เหลืออยู่ 1 สปอร์ในแต่ละออวูลจะเริ่มเจริญ เป็นต้นแกมิโทไฟต์เพศเมีย ต้นแกมิโทไฟต์เพศเมียที่โตเต็มที่ จะสร้างอาร์ชีโกเนียมจำนวน 2-3 อัน ขึ้นทางด้านใกล้กับไมโครไพล์ (ภาพที่ 5.10 ง) ระยะเวลาที่ใช้ตั้งแต่การถ่ายละอองเกสรจนถึง ระยะที่ต้นแกมิโทไฟต์ทั้ง 2 เพศเจริญเต็มที่ จะกินเวลาประมาณ 13-14 เดือน



ภาพที่ 5.10 ก - ง แสดงการเกิดและการเจริญเติบโตของต้นแกมีโทไฟต์เพศเมียของสน จ-ฉ *Pinus taeda* แสดง ovuliferous scale ที่แก่เต็มที่มีเมล็ดเกาะอยู่ (จ) และต้นสปอโรไฟต์งอกเห็นใบเลี้ยงหลายใบ (ฉ) (ถ่ายจากหนังสือ *An Introduction to Plant Biology* โดย Arnett and Braungart, 1970 หน้า 270 และขจากหนังสือ *The Plant kingdom* โดย Bold H.C., 1977 หน้า 225)



ต่อมาน้ำเกสรจะหมดไป ละอองเกสรตัวผู้จะงอกหลอดเกสรยื่นผ่านเนื้อเยื่อของอับ  
เกสรเพศเมียเข้าไป สเปิร์มที่เกิดจากการแบ่งตัวของเซลล์เจเนอเรทีฟ ในขณะที่เข้าไปอยู่ใน pollen  
chamber จำนวน 2 ตัว จะต่างจากพวกปรองและแปะก๊วยคือสเปิร์มของสนไม่มีขน สเปิร์มตัว  
หนึ่งจะเข้าผสมกับไข่เกิดเป็นไซโกตนิวเคลียส ส่วนสเปิร์มอีกตัวหนึ่งจะสลายไป พบว่าไซโทกัมโบ  
อาจถูกผสม เจริญไปเป็นเอ็มบริโอ แต่มักจะมีเพียงเอ็มบริโอเดียว ที่จะเจริญไปเป็นเมล็ด มีบ้าง  
ที่ไซโกตหลายเซลล์ต่างเจริญไปเป็นเอ็มบริโอหลายเอ็มบริโอ (Polyembryony) หลังจากการถ่าย  
ละอองเกสรแล้ว ระวังคซึ่งเป็นที่เกิดของออวูล จะขยายใหญ่และแข็งขึ้น ออวูลเองก็จะขยาย  
ใหญ่ขึ้น โคนเพศเมียจะแข็งที่สุดในระยะนี้ ออวูลที่มีเอ็มบริโออยู่จะเจริญไปเป็นเมล็ด  
(ภาพที่ 5.10 ๑) ซึ่งเมล็ดของจิมโนสเปิร์มก็คือต้นสปอโรไฟต์ที่ยังอ่อนอยู่ ผังตัวอยู่ภายในต้นแก  
มิโทไฟต์ที่อยู่ภายในผนังสปอร์ ทั้งหมดหุ้มด้วยผนังหุ้มแข็ง ๆ ที่ขณะนี้ถูกเรียกว่าเมล็ด เมล็ดสน  
ส่วนใหญ่จะมีปีก (ภาพที่ 5.10 ๑) มีบางชนิดที่เมล็ดไม่มีปีก เมื่อเมล็ดแก่ระวังคที่ประกอบเป็น  
โคน ซึ่งเป็นที่เกิดของเมล็ดจะแยกออก เมล็ดถูกปล่อยออกมา ถ้าไปตกในที่ที่เหมาะสมเอ็มบริโอ  
จะเจริญต่อไป โดยอกเป็นต้นสปอโรไฟต์ที่ประกอบด้วยใบเลี้ยง 3-18 ใบ แล้วแต่ชนิดสน ใบ  
เลี้ยงจะโผล่ขึ้นมาเหนือดิน (ภาพที่ 5.10 ๒)

สรุปการสืบพันธุ์ในสนโดยทั่วไปกินเวลานานมาก ประมาณ 18-20 เดือน สนจะ  
สร้างโคนเพศผู้ทุกปี ต้นแกมิโทไฟต์เองหลังจากการถ่ายละอองเกสรแล้วใช้เวลามากกว่าจะเจริญ  
เต็มที่จะมีการผสมพันธุ์ การเจริญของเอ็มบริโอมาเป็นเมล็ดจะกินเวลาประมาณ 4 เดือน  
ดังนั้น เมล็ดที่โตเต็มที่ยังคงอยู่ในโคนอีกไม่ต่ำกว่า 17-18 เดือนหลังจากการถ่ายละอองเกสรแล้ว  
ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าว โคนเพศเมียก็จะขยายตัวโตเต็มที่ มีลักษณะเป็นเหมือนเนื้อไม้แข็ง ๆ  
มักมีสีน้ำตาล ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดี



ภาพที่ 5.11 สนชนิดต่าง ๆ (Bold, 1969 และ Foster and Gifford, 1959)

- ก. *Podocarpus* sp. แสดงกิ่ง x 0.5
- ข. *Agathis australis* กิ่งย่อยที่มี megastrobilus
- ค. *Taxus canadensis* Marsh, ที่ออกลูกถูกหุ้มด้วย arils ที่สด
- ง. *Cryptomeria japonica*
- จ. *Cedrus deodara*

## DIVISION GNETOPHYTA

พืชในดิวิชันนี้แบ่งออกเป็น 3 สกุล คือ สกุล *Ephedra* (*L. ephedra. horselail*) *Gnetum* (Malay, *gnetom*) และ *Welwitschia* ทั้งหมดจัดอยู่ใน Order Gnetales เป็นพืชที่ไม่ค่อยรู้จักและนิยมปลูกกันเหมือนพวกจิมโนสเปิร์มอื่น ๆ มีลักษณะทั่ว ๆ ไปคล้ายไม้ดอกพวกพืชใบเลี้ยงคู่ คือมีกลีบดอกมีใบเลี้ยง 2 ใบ แต่ยังมีเมล็ดเปลือยอยู่ ซึ่งเมล็ดที่โตเต็มที่จะมีผนังหุ้มอับสปอร์มาหุ้มหนา ทำให้ดูคล้ายเป็นผลหุ้มเมล็ดอยู่ (ภาพที่ 5.13 ง) มีทั้งที่เป็นไม้ยืนต้นและไม้เถาสรอบบิลส์รวมกันอยู่เป็นช่อ (Compound strobili) ดอกคล้ายช่อดอกแบบสไปค์ เกิดอยู่บริเวณข้อใบเรียงตัวตรงข้ามกัน

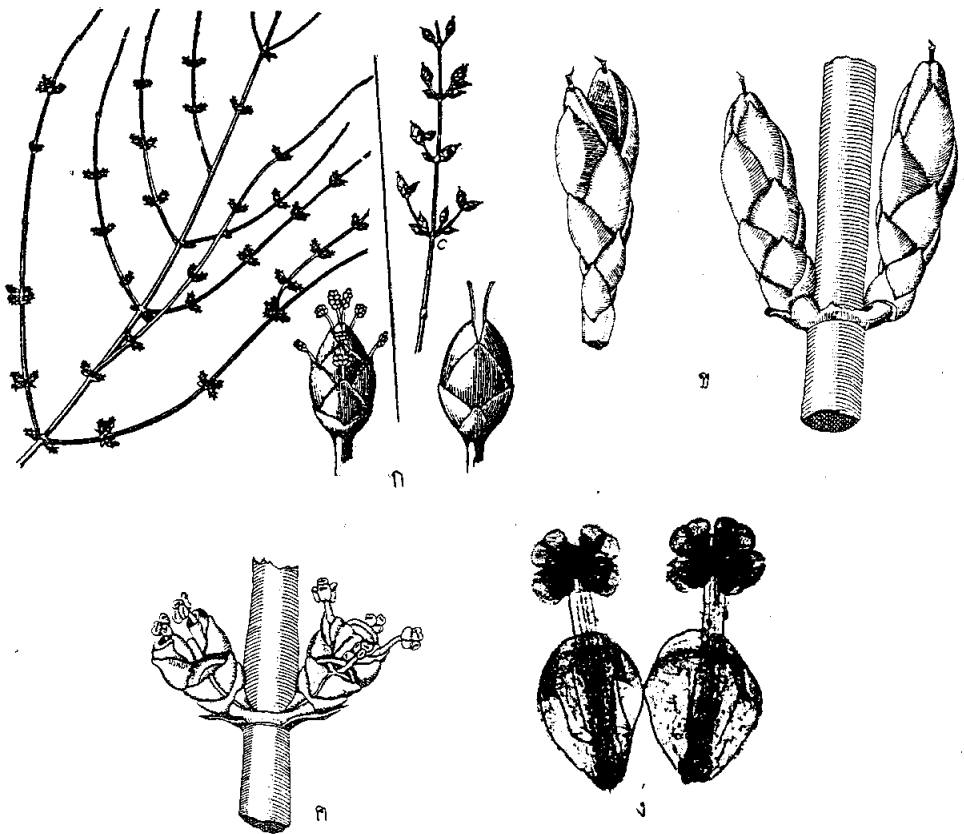
### *Ephedra*

*Ephedra* เป็นพืชสกุลเดียวที่ยังเหลืออยู่ของวงศ์ Ephedraceae ที่รู้จักกันดีมีประมาณ 40 ชนิด เป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก (หรือเป็นไม้เลื้อย) ที่ส่วนใหญ่จะแตกกิ่งก้านสาขามากจนดูเกือบเป็นไม้ยืนต้นชอบขึ้นในที่ที่มีอากาศเย็น ทนความแห้งแล้งได้ดี พบตามแถบยุโรป อเมริกา ต้นพืชมีรูปร่างคล้ายพืชพวกสนหางม้า คือมีต้นสี่เหลี่ยม มีใบขนาดเล็กออกตรงข้ามกัน (ภาพที่ 5.12 ก) เกือบทุกชนิดมีต้นเพศผู้ต้นเพศเมียแยกกัน บางชนิดถูกเรียกว่า "joint fir" ในจำนวน 3 สกุลที่กล่าวถึงสกุล *Ephedra* จัดว่าเป็นพืชที่โบราณที่สุด เนื่องจากต้นแกมิโทไฟต์เพศเมียยังสร้างอวัยวะเพศพวกอาร์ชีโกเนียมอยู่ ส่วนสกุล *Gnetum* และ *Welwitschia* นั้นไม่สร้างอาร์ชีโกเนียม มีเพียงเซลล์ไข่เจริญอยู่เป็นอิสระในต้นแกมิโทไฟต์ และถูกผสมพันธุ์คล้ายในพืชมีดอก จัดเป็นพืชที่มีประโยชน์คือ ชาวอเมริกาและอินเดียแดง ใช้ต้นและรากมาทำยาประเภทขี้ผึ้งแก้ปวด ใช้ผล (เมล็ด) ปั่นปนขนมปังนำเป็นข้าวเกรียบที่ออกรสขมนิดหน่อย นอกจากนี้ยังสกัดอัลคาลอยด์พวก ephedrine จาก *E. sinica* Stapf. มาใช้ทำยาหยอดจมูกแก้โรคหืด (ปัจจุบันใช้ Neo-Synephrine แทน)

การสืบพันธุ์ เนื่องจากพืชพวกนี้ถูกเข้าใจว่าเป็นพืชมีดอก ดังนั้น อวัยวะสร้างสปอร์หรือ สโตรบิลัสบางที่ถูกเรียกว่าดอกหรือช่อดอก พบมีทั้งชนิดที่มีต้นแยกเพศกัน (*E. antisiphilitica*) และต้นที่ไม่แยกเพศ สโตรบิลัสเพศผู้มีรูปร่างค่อนข้างกลม (ภาพที่ 5.12 ค) ส่วนสโตรบิลัสเพศเมียจะแหลมกว่า (ภาพที่ 5.12 ข)

สโตรบิลัสเพศเมียมีปลายแหลมกว่า ประกอบด้วยใบประดับ 4-7 คู่ เรียงตัวตรงข้ามตั้งฉากกัน ใบประดับคู่ล่างสุดมักจะเป็นหมัน ส่วนใบประดับคู่บนสุด 1-2 คู่ จะมีออวูลที่เกิดอยู่บนก้านสั้น ๆ ติดอยู่บนใบ 1 ใบ หรือทั้ง 2 ใบ แต่ 1 ในจำนวนนั้นอาจเป็นหมัน ออวูลจะถูกล้อมรอบด้วยอวัยวะคล้ายถ้วย สด ออวน้ำ บางที่ถูกจัดเป็นเยื่อหุ้มชั้นนอก เยื่อหุ้มจะเกาะติดตรงโคนของออวูล ปลายแยกออกจากกัน ต้นแกมิโทไฟต์เพศเมียจะสร้างอาร์ชีโกเนียมจำนวน 2-3 อัน ตรงด้านใกล้ไมโครไพล์ ระยะเวลาจากการถ่ายละอองเกสรถึงการปฏิสนธิค่อนข้างสั้นเมื่อเทียบกับจิมโนสเปิร์มด้วยกัน เช่น *E. trifurca* ใช้เวลาเพียง 10 ชั่วโมง

สโตรอบิลัสเพศผู้เป็น compound strobilus คือแต่ละช่อประกอบด้วยสโตรอบิลัสหลายอัน (ภาพที่ 5.12 ก) แต่ละสโตรอบิลัสมีปลายมน ประกอบด้วยแกนกลางที่มีใบประดับติดอยู่ 7 คู่ แต่ละคู่จะตั้งฉากกัน (ภาพที่ 5.12 ค) อับสปอร์จะถูกคลุมด้วยใบประดับย่อยที่โปร่งใส ซ้อนเหลื่อมกันเป็นคู่ จัดเป็น sterile scale ของอับสปอร์ แกนของอับสปอร์เกิดจากใบสร้างสปอร์ประมาณ 7 ใบ (พบใน *E. antisiphilitica*) รวมกันเป็นแกนหรือคอลัม (Column) แต่ละคอลัมจะมีอับสปอร์ที่มี 2 พู ติดอยู่จำนวนประมาณ 5 อัน (*E. antisiphilitica* เกิดอยู่บริเวณปลายคอลัม ภาพที่ 5.12 ง) เวลาที่สปอร์แก่ สปอร์แก่คอลัมจะยึดตัวออก ทำให้อับสปอร์หลุดจากใบประดับย่อยและใบประดับที่รองรับ ปล่อยให้สปอร์ออกมา



ภาพที่ 5.12 *Ephedra* แสดง

ก. กิ่งตัวผู้ของ *E. gerardiana* (ซ้าย) กิ่งตัวเมีย (ขวา) และสโตรอบิลัส

ข. เมกะสโตรอบิลัสของ *E. antisiphilitica*

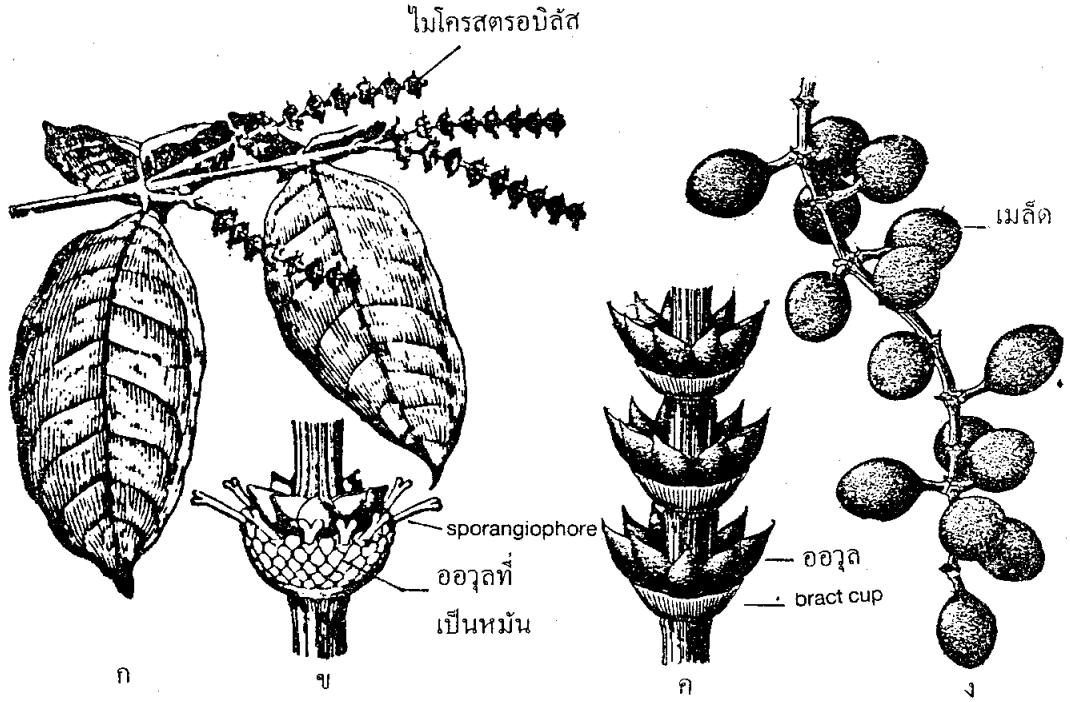
ค. *E. antisiphilitica* แสดงไมโครสโตรอบิลัส ส่วนที่ยื่นขึ้นมาคือไมโครสปอโรฟิลล์ x 5

ง. *E. antisiphilitica* แสดงไมโครสปอโรฟิลล์ที่โผล่จากใบประดับที่โปร่งใส x 12  $\frac{1}{2}$

(Bold, 1967)

**Gnetum**

*Gnetum* ประกอบด้วยสมาชิกประมาณ 30 ชนิด พืชกลุ่มนี้จัดว่ามีลักษณะคล้ายพืชมีดอกมาก ลักษณะอย่างหนึ่งคือการใช้มีเวสเซลอยู่ในเนื้อไม้ เป็นเวสเซลที่เจริญดี พบมีแผ่น Perforation plate ตรงปลายจำนวนหนึ่งถึงหลายแผ่น เป็นพืชยืนต้นที่สูงได้ถึง 30 ฟุต (*G. gnemon*) หรือเป็นไม้เลื้อย มีเนื้อไม้ที่แข็งแรง พบมากในเขตร้อนโดยเฉพาะในเขตร้อนชื้น เป็นไม้ผลัดใบ มีเส้นใบแบบร่างแห สร้างสโตรบิลัส 2 ชนิดที่มีลักษณะคล้ายกัน สโตรบิลัสอยู่รวมกันเป็นข้อแบบสไปค์ (ภาพที่ 5.13 ก) ที่แกนของข้อจะมีปล้องสั้นมีข้อนูนออกมา รอบข้อมีใบประดับติดกันเป็นรูปถ้วยเรียก cupule หรือ bract-cup สโตรบิลัสเพศเมียมีขนาดใหญ่กว่าแต่มีอับสปอร์จำนวนน้อยกว่าสโตรบิลัสเพศผู้ ในประเทศไทยพบปลูกกันบ้างทางภาคใต้ เรียกต้นมวยหรือเมื่อย (*G. gnemon*) มีลักษณะคล้ายพืชใบเลี้ยงคู่ ให้เมล็ดปนทำข้าวเกรียบ พวก *G. scandens* มีใบโตคล้ายใบชมพู หนา เป็นมัน ใบแข็งร่วงและหักง่าย พบกระจายทั่วไป ในประเทศอินโดนีเซียปลูกเป็นประโยชน์โดยใช้ใบอ่อนและแกนของอวัยวะสืบพันธุ์กับกะทิทำเป็นอาหาร เปลือกใช้ทำเชือก



ภาพที่ 5.13 ก - ข *Gnetum gnemon* แสดงต้นพืชและสโตรบิลัสเพศผู้ทั้งกิ่ง (ก) และขยายใหญ่บางส่วน (ข)  
ค- ง *Gnetum indicum* แสดงการเรียงตัวของออวูลบนก้าน (Sporangiophore) ที่แผ่ออกคล้ายกลีบดอก (ค) และเมล็ด (ง)  
(Brown, W.H., 1969)

## Welwitschia

*Welwitschia* เป็นไม้ที่เกิดในทะเลทรายแถบตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศอาฟริกาที่มีสภาพแห้งแล้งมาก เป็นพืชที่เจริญช้า ต้นมีลักษณะเป็นหัวแบบคอร์มค่อนข้างกลมกว้าง อาจกว้างถึง ๔ ฟุต ที่ส่วนปลายยอดเว้าลง มีรากแก้วขนาดใหญ่ ใบแบนใหญ่และยาวมาก ออกตรงข้ามกัน อาจแตกเป็นแฉกเนื่องจากสิ่งแวดล้อม (ภาพที่ 5.14) จะมีอายุคงทนตลอดชีวิตโคนใบจะเจริญออกไปเรื่อย ๆ

เปรียบเทียบกับจิมโนสเปิร์มอื่น ๆ ไชเลมมีเวสเซลเกิดแทนที่เทรคีด ต้นเพศผู้เพศเมียแยกกัน มีสโตรอบิลัสหลายอันเรียงตัวอยู่บนแกนเดียวกัน (Compound Strobili) แทงขึ้นมาจากมุมของใบ ต้นแกมิโทไฟต์ลดขนาดลง ต้นแกมิโทไฟต์เพศเมียของ *Gnetum* และ *Welwitschia* คล้ายพวกพืชมีดอกที่สร้างไข่แทนที่จะสร้างอาร์ซีโกเนียม สเปิร์มของทั้ง 3 สกุลไม่มีไส้ จิมโนสเปิร์มกลุ่มนี้มักจะถูกลองความเห็นว่าเป็นบรรพบุรุษของพวกพืชมีดอก (Bold, 1977)



ภาพที่ 5.14 *Welwitschia mirabilis* แสดง ก. ต้นพืชขึ้นในเขตทะเลทราย Mossandes, Angola เห็นสโตรอบิลัส ข. ต้นพืชที่ใบเหี่ยว ค. เมกะสโตรอบิลัส (จาก Bold, 1967)

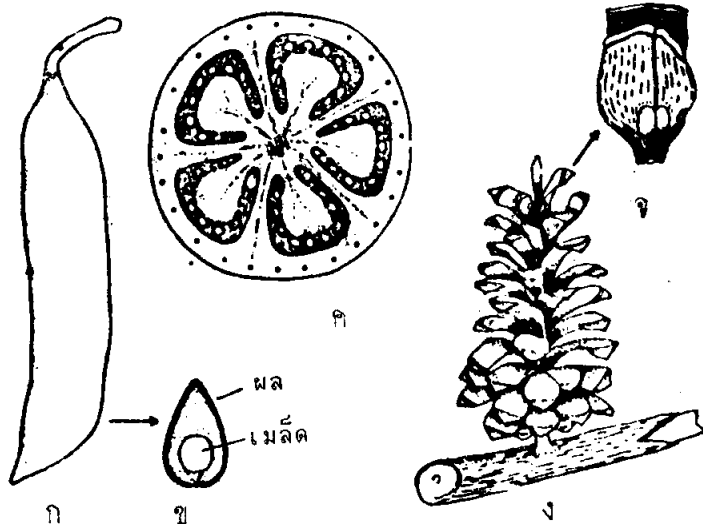
## ANGIOSPERM

### DIVISION ANTHOPHYTA

พืชกลุ่มที่ 2 ในกลุ่มพืชมีเมล็ด ได้แก่พวก แองจิโอสเปิร์ม ที่รู้จักกันในชื่อสามัญว่า พืชมีดอก (Flowering plants) จัดเป็นพืชกลุ่มใหญ่ที่สุดในอาณาจักรพืช คือมีมากทั้งจำนวนชนิด สกุล และจำนวนพืช เป็นพืชที่เพิ่งปรากฏบนโลกในสมัย Cretaceous (ตารางที่ 3.1) มีดิวิชัน เดียวคือ ดิวิชัน Anthophyta ลักษณะโดยทั่วไปที่ต่างจากพวกจิมโนสเปิร์มตรงที่ออวูล และเมล็ด เกิดอยู่ในเกสรตัวเมีย หรือเมกะสปอร์โรฟิลล์ ที่ต่อมาเกสรตัวเมียจะเปลี่ยนไปเป็นผลที่มีเมล็ดอยู่ ภายใน (ภาพที่ 5.15 ก-ค) ส่วนลักษณะแตกต่างอื่น ๆ ได้กล่าวไว้แล้วในบทก่อน ในที่นี้จะสรุป ถึงความแตกต่างที่สำคัญคือขบวนการสืบพันธุ์ระหว่างพืชมีดอกและจิมโนสเปิร์ม

ขบวนการสืบพันธุ์ในพืชมีดอกโดยทั่วไปจะคล้ายกับพวกจิมโนสเปิร์ม มีที่แตกต่าง กันบ้างดังที่ปรากฏในพืชมีดอก

1. ออวูลต่อไปจะเจริญเป็นเมล็ดเกิดอยู่ภายในเกสรตัวเมีย แทนที่จะเกิดเฝัลอยู่ที่ ผิวของใบหรือบนกิ่งพิเศษเช่นในจิมโนสเปิร์ม
2. การเจริญเติบโตของต้นแกมีโทไฟต์จะใช้เวลานานมาก
3. ต้นแกมีโทไฟต์มีขนาดเล็กและมีลักษณะง่าย ๆ ประกอบด้วยเซลล์เพียงไม่กี่เซลล์
4. การถ่ายละอองเกสร คือการย้ายเกสรตัวผู้จากอับเกสรไปยังยอดเกสรตัวเมียแทนที่จะเข้าไปสู่นิโครไซล์โดยตรงเหมือนในจิมโนสเปิร์ม
5. มีการปฏิสนธิซ้อน (Double fertilization)
6. เอมบริโออาศัยอาหารจากเอนโดสเปิร์มที่เป็นเนื้อเยื่อพิเศษที่เกิดจากการผสมพันธุ์ มากกว่าจากต้นแกมีโทไฟต์เพศเมียเหมือนที่พบในจิมโนสเปิร์ม
7. ก่อนการผสมพันธุ์ออวูลจะมีขนาดเล็กกว่าขนาดปกติของเมล็ด ออวูลจะเริ่ม ขยายตัวใหญ่ขึ้นหลังจากมีการผสมเกสรแล้ว
8. เมล็ดเกิดอยู่ในผล ผลก็คือเกสรตัวเมียที่ขยายใหญ่ขึ้น โดยอาจมีส่วนอื่น ๆ ของ ดอกติดมาด้วย ในจิมโนสเปิร์มผลดังกล่าวไม่มี เนื่องจากไม่มีเกสรตัวเมียเจริญมาหุ้มรอบเมล็ด



ภาพที่ 5.15 การเกาะของเมล็ดแบบต่าง ๆ ก - ค ในพืชพวกแองจิโอสเปิร์ม ก. ผลถั่ว (Fruit) ข. ผลถั่วตัดขวางเห็นเมล็ดมีเนื้อหุ้ม ค. ผลมะเขือเทศตัดขวางแสดงเมล็ดที่มีเนื้อหุ้ม ง - จ พืชพวกจิมโนสเปิร์ม ง. โคนหรือสตรอบิลัสของสน จ. เมล็ดสนมีปีกแต่ไม่มีเนื้อหุ้ม

### ลักษณะทั่ว ๆ ไปของพืชมีดอก

พืชมีดอกมีรูปร่าง ที่อยู่ และประโยชน์ต่อมนุษย์กว้างขวางกว่าพืชมีท่อลำเลียงอื่น ๆ คือมีทั้งพวกไม้ยืนต้นและต้นไม้ล้มลุก ในพวกต้นไม้ล้มลุกต้นอาจมีลักษณะเป็นหัวเช่น ต้นหัวหอมหรือเป็นแท่งอยู่ใต้ดิน เช่น แง่งขิง แง่งข่า และต้นหญ้าหลายชนิด ที่อยู่พบทั่วไปทั้งในน้ำ เช่น พอกบัว แหน บอนบกที่ค่อนข้างขึ้น ในที่แห้งแล้ง เช่นในทะเลทรายก็พบได้แก่ต้นกระบองเพชร กระบองเพชรเป็นพืชที่มักไม่มีใบหรือลดขนาดของใบลงเพื่อลดการคายน้ำ พืชมีดอกหลายชนิดพบเกาะห้อยอยู่บนต้นไม้อื่นเช่นพวกกล้วยไม้เป็นต้น

ประโยชน์มีมากมาย พวกที่มีต้นขนาดใหญ่ นำมาเลื่อยทำไม้กระดาน ทำเชื้อเพลิง หรือนำเปลือกต้นมาทำจุกคอร์ก พวกต้นไม้ล้มลุกมักใช้เป็นอาหาร เครื่องดื่ม สิ่งทอ เชือก ยา และน้ำมันพืช บางพวกใช้เป็นอาหารได้โดยใช้ทุกส่วนของพืช เช่นส่วนหัวได้แก่หัวมันเทศ carrots หัวมันแกว หัวผักกาด หัวไชเท้า ส่วนต้นได้แก่ หน่อไม้ หัวเผือก แง่งขิง แง่งข่า เป็นต้น พวกที่ใช้ใบเป็นอาหารได้แก่ผักต่าง ๆ หรือแม้แต่ด้วยระยะสืบพันธุ์ คือดอก ผล เมล็ดก็ยังใช้รับประทานได้ เช่น ดอกกะหล่ำ เมล็ดถั่ว ข้าว ส้ม กล้วย แดง เป็นต้น

เมล็ดจะงอกเป็นต้นสปอโรไฟต์ ที่ต้นสปอโรไฟต์อาจตายหลังจากออกดอกผลแล้ว จัดเป็นพืชพวกอายุฤดูเดียว (Annuals) ได้แก่พวก ข้าวโพด ผักต่าง ๆ แต่พืชบางชนิดอาจมีชีวิต



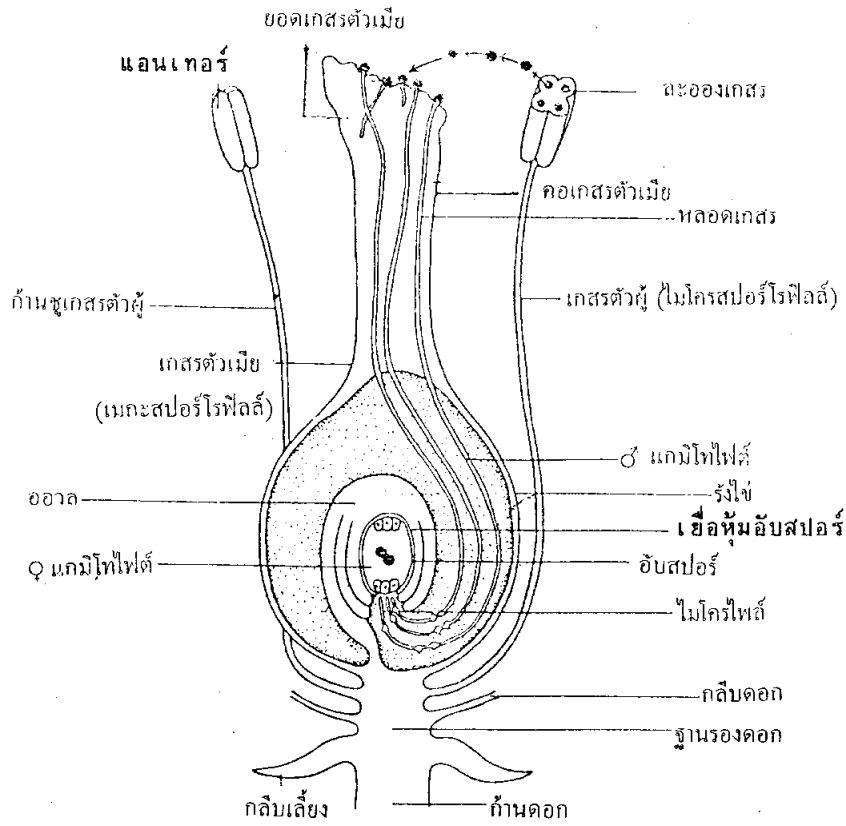
ต่อไปหลังจากออกดอกแล้ว จัดเป็นพืชพวกอายุหลายฤดู (Perennials) เช่น ชมพู ฝรั่ง เป็นต้น พืชพวกอายุหลายฤดูจะเจริญไปได้เรื่อย ๆ ไม่จำกัดที่ฤดู พืชพวกนี้บางชนิดมีเนื้อไม้แข็ง เนื่องจากมีเยื่อเจริญพวกแคมเบียมที่ช่วยเพิ่มเนื้อเยื่อไซเลม บางชนิดไม่มีแคมเบียม เนื้อไม้จึงค่อนข้างอ่อน จัดเป็น herbaceous perennials

ดอกไม้เป็นอวัยวะสืบพันธุ์ของพืชมีดอก ดอกไม้เทียบได้กับสตรอบิลัสของพืชพวก จิมโนสเปิร์มและพืชมีท่อลำเลียงอื่น ๆ แต่เป็นการยากที่จะจัดว่าส่วนไหนคือไบสร้างสปอร์ที่มา รวมกันเป็นสตรอบิลัส ดอกคือส่วนของต้นที่เจริญเปลี่ยนแปลงมา โดยดอกเจริญมาจากเยื่อ เจริญของต้นพืช แกนของดอกหรือคือฐานรองดอก (Receptacle หรือ torus) ที่ทำหน้าที่รองรับ เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียที่เทียบได้กับไบสร้างสปอร์เพศผู้และเพศเมียตามลำดับ จะมีช่วงปล้อง สั้นเช่นกันทำให้เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียเรียงติดกันแน่น การเรียงตัวของเกสรตัวผู้และเกสรตัว เมียอาจมีการเรียงตัวเวียนสลับโดยรอบหรือเรียงเกือบจะเป็นวงรอบแกน นอกจากจะมีเกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมียแล้ว ยังมีระยางค์ชนิดอื่นที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวกับการสืบพันธุ์โดยตรง ได้แก่กลีบ เลี้ยงที่มีสีเขียว (อาจมีสีอื่น) และกลีบดอก ที่ส่วนใหญ่มีสีสวยงาม

ส่วนที่สำคัญที่สุดของดอกจึงได้แก่ไบสร้างสปอร์ ซึ่งไบสร้างสปอร์เพศผู้ก็คือเกสรตัวผู้ ไบสร้างสปอร์เพศเมีย ก็คือเกสรตัวเมีย

เกสรตัวเมีย (ภาพที่ 5.16) ประกอบด้วยส่วนฐานที่ขยายใหญ่เรียก รังไข่ (Ovary) ภายในรังไข่จะมีออวูลจำนวนหนึ่งอันหรือมากกว่า ปลายบนสุดที่ทำหน้าที่รองรับเกสรตัวผู้คือ ยอดเกสรตัวเมีย (Stigma) รังไข่และยอดเกสรตัวเมียจะเชื่อมโยงกันด้วยคอเกสรตัวเมีย (Style) เกสรตัวเมียอาจจะเกิดจากไบสร้างสปอร์เพียงใบเดียว เรียก **เกสรเดี่ยว** (Simple pistil) หรือเกิด จากหลายใบ เรียก **เกสรกลุ่ม** (Compound pistil) พวกเกสรเดี่ยวจะมีห้อง (Locule) บรรจุ ออวูลอยู่เพียงห้องเดียว ส่วนพวกเกสรกลุ่มอาจจะมีห้องเดียวหรือหลายห้องก็ได้ ทั้งเกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมียอาจอยู่ในดอกเดียวกัน หรือคนละดอกถ้าอยู่คนละดอก ดอกเพศผู้เรียก Staminate flower (Microsporophyll) ดอกเพศเมียเรียก Pistillate flower (Megasporophyll) พวกหลังนี้ดอก เพศผู้และดอกเพศเมีย อาจพบในต้นเดียวกัน เช่นพวกข้าวโพด หรือคนละต้น เช่น พวกมะละกอ เป็นต้น

เกสรตัวผู้ (Stamens) มีหลายอัน ชูขึ้นมาจากฐานรองดอกหรือ hypanthium (เป็นฐานรองดอกที่ยื่นขึ้นมาเป็นท่อ) หรือจากกลีบดอกที่ติดกันเป็นท่อ เกสรตัวผู้มักประกอบด้วยก้าน (Filament) และอับสปอร์ (Anther)



ภาพที่ 5.16 แผนภาพแสดงส่วนต่าง ๆ ของดอก (Bold, 1967)

**ขบวนการสืบพันธุ์**

ขบวนการสืบพันธุ์ของพวกไม้ดอก เหมือนในพวกจิมโนสเปิร์ม คือประกอบด้วย ขบวนการต่าง ๆ เรียงตามลำดับดังนี้คือ

1. ขบวนการสร้างสปอร์ (Sporogenesis)
2. การเกิดและการเจริญเติบโตของต้นแกมโทไฟต์ และเซลล์สืบพันธุ์ (Development of Gametophyte and Gametogenesis)
3. การถ่ายละอองเกสรและการผสมเกสร (Pollination and Fertilization)
4. การเจริญเติบโตของเอมบริโอ การเกิดเมล็ดและผล (Embryogeny and the Development of the Seed and Fruit)

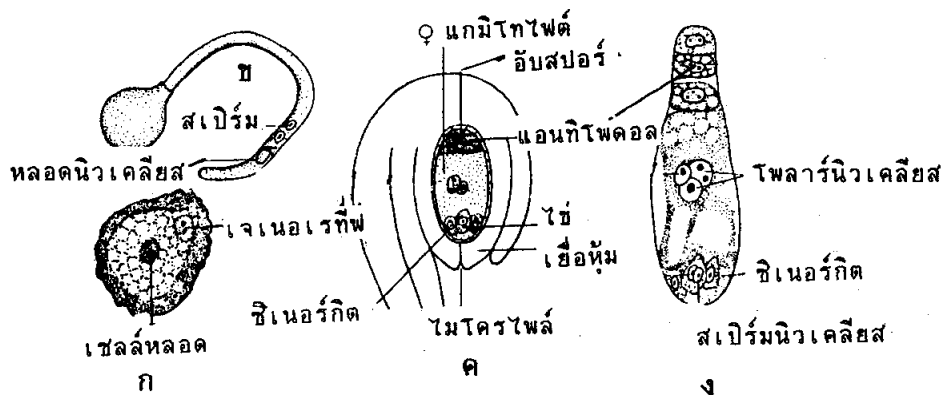
## การสร้างสปอร์

พืชที่ต้นสปอโรไฟต์เจริญเต็มที่แล้วจะมีดอก สปอร์จะเกิดอยู่ภายในดอก สำหรับสปอร์เพศผู้ (Microspore) นั้นการเกิดไม่ต่างจากในพวกจิมโนสเปิร์ม คือเกิดจากการแบ่งเซลล์ของเซลล์ในอับสปอร์ ได้แฮพลอยด์สปอร์ติดกันเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 เซลล์ (ภาพที่ 9.4 ง) และเกิดในขณะที่เกสรตัวผู้ยังอ่อนอยู่ คือขณะที่ดอกยังอยู่ในตา

การเกิดและเจริญของสปอร์เพศเมีย (Megaspore) ในไม้ดอกคล้ายกับในจิมโนสเปิร์มเช่นกัน แต่ในไม้ดอกออวุลมักเกิดอยู่ในรังไข่ โดยอาจจะมีจำนวนเดียว ๆ ต่อหนึ่งรังไข่ หรือมีจำนวนมากขึ้นกับชนิดของพืช ออวุลจะเกาะติดกับรังไข่ในหลายตำแหน่ง เช่น อาจเกาะติดกับแกนกลางของรังไข่ หรือที่ผนังรังไข่ สปอร์จะเกิดในขณะที่ดอกยังอยู่ในระยะเป็นตาดอก ในแองจิโอสเปิร์มเหมือนกับพืชมีเมล็ดทั่วไป ที่สปอร์ทั้ง 4 ที่ได้จากการแบ่งไมโอซิสของเซลล์แม่ จะเหลืออยู่เพียงเซลล์เดียวที่ทำหน้าที่ และเป็นเซลล์ที่อยู่ห่างไมโครไซล์ที่สุด เซลล์ที่เหลืออีก 3 เซลล์ จะสลายไป

## การเกิดและการเจริญเติบโตของต้นแกมิโทไฟต์และเซลล์สืบพันธุ์

การเจริญเติบโตของต้นแกมิโทไฟต์ในไม้ดอกเร็วมากเมื่อเทียบกับพวกจิมโนสเปิร์ม เนื่องจากต้นแกมิโทไฟต์มีขนาดเล็กกว่าและมีลักษณะง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน ต้นแกมิโทไฟต์เพศผู้ในระยะแรกเป็น endosporic จะเกิดทันทีหลังจากไมโครสปอร์เจริญเต็มที่ โดยนิวเคลียสของไมโครสปอร์แบ่งไมโทซิสเกิดขึ้น 2 ครั้ง ครั้งแรกได้ 2 เซลล์ เรียกเซลล์เจเนเรทีฟ และ เซลล์หลุดแล้ว เซลล์เจเนเรทีฟจะแบ่งตัวออกเป็นสเปิร์ม 2 ตัว (ภาพที่ 5.17 ก - ข)



ภาพที่ 5.17 ต้นแกมิโทไฟต์ของไม้ดอก ก. ต้นแกมิโทไฟต์เพศผู้ที่ยังไม่โตเต็มที่ ข. ละอองเกสรตัวผู้ซึ่งอกเป็นต้นแกมิโทไฟต์ที่โตเต็มที่ ค. ออวุลตัดตามยาวแสดงส่วนประกอบภายในที่โตเต็มที่ ง. การปฏิสนธิซ้อน (จาก Bold H.C., 1977 หน้า 246)

พืชบางชนิด ต้นแกมิโทไฟต์จะเติบโตจนเป็นต้นที่สมบูรณ์ก่อนที่เกสรตัวผู้จะถูกปล่อยออกมาในพืชบางอย่างการสร้างสเปิร์มจะเกิดขึ้นในหลอดเกสรที่กำลังงอก (ภาพที่ 5.17 ข) ต้นแกมิโทไฟต์ที่เจริญเต็มที่จึงประกอบด้วยนิวเคลียส 3 นิวเคลียส ดังที่กล่าวแล้ว คือนิวเคลียสของหลอดเกสร และนิวเคลียสของสเปิร์มที่อาจถูกหุ้มด้วยไซโทพลาซึมบาง ๆ

ในแองจิโอสเปิร์มทั่ว ๆ ไป นิวเคลียสของสปอร์ตัวเมีย จะแบ่งตัว 3 ครั้ง เกิดเป็น 8 นิวเคลียส นิวเคลียสทั้ง 8 จะมีการเรียงตัวอย่างมีระเบียบ จัดเป็นต้นแกมิโทไฟต์ที่เจริญเต็มที่ (ภาพที่ 5.17 ค - ง) การเรียงตัวของนิวเคลียสทั้ง 8 นิวเคลียส จะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งประกอบด้วยนิวเคลียส 3 นิวเคลียสอยู่ใกล้ไมโครไพล์ นิวเคลียสหนึ่งจะทำหน้าที่เป็นไข่ ที่เหลือคือซินเนอร์จิด (Synergids) ทั้ง 3 นิวเคลียสจะมีไซโทพลาซึมบาง ๆ หุ้มนิวเคลียสที่เหลืออีก 3 นิวเคลียสจะเคลื่อนที่ไปอยู่ด้านตรงข้ามกับไมโครไพล์ไปเป็น เซลล์แอนทิพอดอล (Antipodal cells) ส่วนที่เหลืออีก 2 นิวเคลียสจะเคลื่อนที่จากบริเวณขั้ว (Pole) ของสปอร์ไปอยู่ตรงกลาง จึงถูกเรียกว่า polar nuclei

พืชในดิวิชัน Anthophyta ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ต้นแกมิโทไฟต์จะเจริญมาจากสปอร์เพศเมียที่เหลือทำหน้าที่อยู่เพียงสปอร์เดียว แต่พืชบางชนิด เช่น *Lilium* พบว่านิวเคลียสทั้งสี่ของสปอร์เพศเมียที่ได้จากการแบ่งไมโอซิสจะคงอยู่ และเจริญมาเป็นต้นแกมิโทไฟต์เพศเมียหมด อย่างไรก็ตาม ต้นแกมิโทไฟต์เพศเมีย ก็ยังเป็นปรสิต (Parasite) ของต้นสปอโรไฟต์อยู่ สรุปแล้ว ต้นแกมิโทไฟต์ทั้งในพวกแองจิโอสเปิร์มและจิมโนสเปิร์มมีชีวิตสั้น และมีการเจริญเปลี่ยนแปลงน้อย ไม่มีอวัยวะเพศเมียหรืออวัยวะสืบพันธุ์เพียงเซลล์ไข่เท่านั้น เมื่อดอกไม้บานออกลูกที่อยู่ในรังไข่จะประกอบด้วยต้นแกมิโทไฟต์เพศเมียที่โตเต็มที่แล้ว

### การถ่ายละอองเกสรและการผสมเกสร

เมื่อดอกไม้บาน อับละอองเกสรตัวผู้จะแตกออกหรือมีรูเปิด ปล่อยละอองเกสรตัวผู้ ซึ่งมีต้นแกมิโทไฟต์อยู่ภายในกระจายออกมา ละอองเกสรตัวผู้จะกระจายไปตกยังยอดเกสรตัวเมียพบว่าแมลงมีความเกี่ยวข้องกับการถ่ายละอองเกสรมาก เห็นได้ชัดเจน เช่นในพืชพวกมะเดื่อ ผลมะเดื่อจะมีแมงหิว (*Blastophaga*) อยู่ภายใน ถ้าไม่มีแมลงพวกนี้อยู่ภายใน ผลจะไม่เจริญ แมลงต่าง ๆ และนกที่มีคอยาว เช่น นก Humming birds จะมาหาน้ำหวานจากดอกไม้ที่มีดอมน้ำหวานและมีกลูโคสมากถึง 25 เปอร์เซ็นต์ แมลงบางชนิดจะมาไขว้ในดอกไม้ เช่นพวก yucca moth (*Tegeticula yuccasella*) ออกไขในดอก spanish bayonet (*Yucca*) ในขณะที่มีการถ่ายละอองเกสร ตัวอ่อนที่เกิดจะกินเมล็ดบางส่วน แต่เมล็ดยังคงเหลืออีกเป็นจำนวนมาก

ขบวนการถ่ายละอองเกสรในจิมโนสเปิร์มและแองจิโอสเปิร์ม มีแตกต่างกัน เห็นได้ชัดเจน 2 อย่าง คือ ในแองจิโอสเปิร์ม การถ่ายละอองเกสรเป็นการนำละอองเกสรตัวผู้จาก

อับละอองไปสู่ยอดเกสรตัวเมียเท่านั้น ไม่ได้ผ่านไปสู่มิโครไพล์โดยตรงเหมือนในจิมโนสเปิร์ม ละอองเกสรตัวผู้ที่ตกบนยอดเกสรตัวเมีย จะงอกอย่างรวดเร็ว โดยงอกเป็นหลอดเกสรแทรกผ่าน เนื้อเยื่อของคอเกสรตัวเมียเข้าไปยังรังไข่ ในการถ่ายละอองเกสรนั้นแม้จะมีละอองเกสรตัวผู้ จำนวนมากตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย พบว่ามีหลอดเกสรตัวผู้เพียงหลอดเดียวเท่านั้นที่จะงอกไปถึงไมโครไพล์ได้ เมื่อหลอดเกสรตัวผู้งอกไปถึงไมโครไพล์แล้วจะแตกออก การแตกมักมีสาเหตุมาจากความดันต่ง (Turgor pressure) ที่แตกต่างกันทำให้สเปิร์มถูกปล่อยเข้าสู่ไซโทพลาซึมของ ตันแกมิโทไฟต์เพศเมีย สเปิร์มจะเข้าผสมกับไข่เกิดเป็นไซโกต ในพืชไม่ต่ำกว่า 15 สกุล สเปิร์ม ตัวหนึ่งจะเคลื่อนผ่านซิเนอร์กิต เซลล์หนึ่งที่กำลังสลายตัว ส่วนสเปิร์มอีกตัวหนึ่งจะเคลื่อนไปยัง บริเวณกลางตันแกมิโทไฟต์ที่มี polar nuclei อยู่ ที่จุดนี้จะเห็นความแตกต่างประการที่ 2 คือ ใน ไม้ดอกจะมีการปฏิสนธิซ้อนเกิดขึ้น คือมีการผสมกันของนิวเคลียส 2 กลุ่ม เนื่องจากในไม้ดอก สเปิร์มทั้ง 2 ตัวที่จะทำหน้าที่ผสมพันธุ์ โดยนิวเคลียสของสเปิร์มตัวหนึ่งจะเข้าผสมกับไข่เกิดเป็น ไซโกต อีกนิวเคลียสจะเข้าผสมกับ polar nuclei เกิดเป็นนิวเคลียสที่มีโครโมโซม 3 ชุด หรือคือ primary endosperm nucleus นิวเคลียสนี้จะมีการแบ่งตัวไปเป็นเอนโดสเปิร์ม ในพวก *Lilium* พบว่า primary endosperm nucleus นี้จะมีโครโมโซมถึง 5 ชุด

## การเจริญเติบโตของเอมบริโอ การเกิดเมล็ดและผล

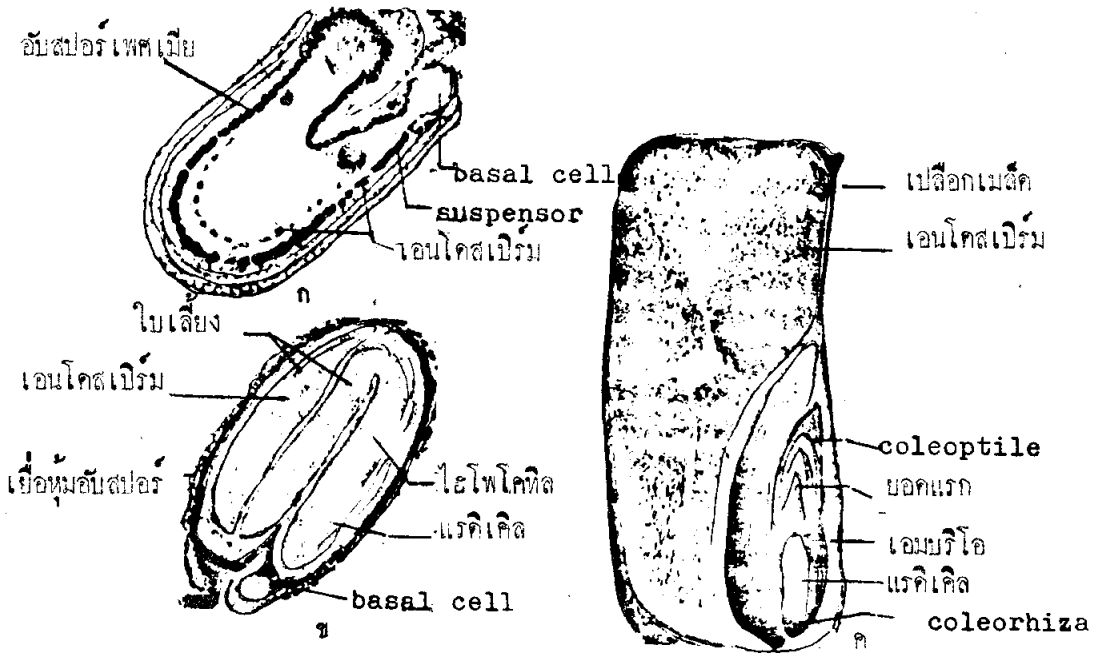
การถ่ายละอองเกสรและการผสมเกสรจะช่วยกระตุ้นการแบ่งเซลล์ของออวุลและ เกสรตัวเมีย อาจารย์รวมถึงอวัยวะอื่นที่อยู่ใกล้เกสรตัวเมีย เช่นฐานรองดอก และ hypanthium<sup>3</sup> หรือ floral tube (มีเฉพาะพืชที่มีกลีบดอกติดกันเป็นหลอด) ก็อาจถูกกระตุ้นให้มีการแบ่งเซลล์ด้วย ทำให้ส่วนต่าง ๆ ที่กล่าวมีขนาดขยายขึ้นมากและมีฮอร์โมนชนิดหนึ่งมาควบคุม ในจิมโน สเปิร์มต่างจากแองจิโอสเปิร์มตรงที่ออวุลจะขยายใหญ่ที่สุดขณะจะมีการผสมเกสร ในไม้ดอก จะเกิดหลังจากผสมเกสรแล้ว ต่อมาเกสรตัวผู้และกลีบดอกจะค่อย ๆ เหี่ยวร่วงไป รังไข่ค่อย ๆ ขยายตัวจนเป็นผลและออวุลจะขยายตัวเกิดเป็นเมล็ด

หลังจากการผสมเกสรแล้ว primary endosperm nucleus จะแบ่งตัวเป็นเอนโดสเปิร์ม เอนโดสเปิร์มเป็นเนื้อเยื่อที่มีการสะสมอาหาร โดยได้อาหารจากต้นสปอโรไฟต์เดิม จัดเป็นแหล่ง อาหารที่ใช้ในการเจริญเติบโตของเอมบริโอ เป็นความแตกต่างของพืชมีดอกจากจิมโนสเปิร์ม ประการที่ 4 เพราะในจิมโนสเปิร์ม เอมบริโอได้อาหารจากเนื้อเยื่อของตันแกมิโทไฟต์

หลังจากเอนโดสเปิร์มเริ่มเกิด ไซโกตจะแบ่งตัวเป็นกลุ่มเซลล์ที่มีจำนวนเซลล์และ การจัดระเบียบของเซลล์ในกลุ่มจะแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของต้นไม้ นั้น กลุ่มเซลล์นี้ต่อไป จะเปลี่ยนเป็นเอมบริโอหรือเนื้อของเมล็ด ในพืชบางชนิด เช่นกล้วยไม้ เอมบริโอจะพักตัวหลัง

<sup>3</sup> hypanthium - a tubular outgrowth of the receptacle

จากไซโกตแบ่งเซลล์ได้ไม่ก็เซลล์พืชส่วนใหญ่เอมบริโอประกอบด้วยไฮโพโคทิลที่เป็นแกนของเอมบริโอ และมีใบเลี้ยงจำนวน 1 - 2 ใบติดอยู่ที่แกน เนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างใบเลี้ยงและยอดแรก (Plumule) ได้แก่เอพิโคทิล ต่ำจากใบเลี้ยงคือส่วนที่จะเจริญไปเป็นรากแรกเรียกแรดิเคิล (Radicle ภาพที่ 5.18 ค) เมื่อเอมบริโอเติบโตจนเกือบสมบูรณ์แล้ว เนื้อเยื่อของออวูลจะเริ่มแห้งลง เยื่อหุ้มออวูลจะบีบอัดกันแน่นและมีสีเข้มขึ้น ออวูลในขณะนี้จัดว่าแก่และถูกเรียกว่าเมล็ด เปลือกหุ้มออวูลจะเจริญเป็นเปลือกหุ้มเมล็ด ในพืชบางชนิดเอมบริโอจะไม่มีการหยุดพัก จะเจริญต่อไปเรื่อย ๆ โดยใช้อาหารจากเอนโดสเปิร์มจนหมด อาหารจากเอนโดสเปิร์มอาจจะถูกใช้โดยใบเลี้ยง ทำให้พืชพวกนี้มักจะมีใบเลี้ยงที่อวบ ตัวอย่างได้แก่พืชในตระกูลถั่วบางชนิด ส่วนพืชอีกหลายชนิดยังมีเอนโดสเปิร์มเหลืออยู่ไม่ได้ถูกใช้หมด เช่นข้าวโพด (ภาพที่ 5.18 ค) ข้าวสาลี ข้าวบาเลย์ และพวกละหุ่ง เอนโดสเปิร์มจะประกอบด้วยอาหารหลายอย่างต่าง ๆ กัน เช่นในข้าวสาลี ประกอบด้วยแป้ง ข้าวโพดเป็นพวกน้ำตาล ละหุ่งเป็นพวกไขมัน ซึ่งต่างจากพวกถั่วที่ส่วนใหญ่เป็นพวกโปรตีน



ภาพที่ 5.18 การเจริญเติบโตของเอมบริโอในไม้ดอก ก - ข *Capsella* sp. ค. *Zea mays* (ข้าวโพด)  
(จาก Bold H.C. 1967)

นอกจากจะมีการขยายตัวแล้ว รังไข่รวมทั้งอวัยวะอื่นบ้าง จะมีการเปลี่ยนรูปร่างขยายใหญ่ขึ้นในขณะที่ออบริโอกำลังเจริญ เห็นชัดในพวกมะเขือเทศ ที่รังไข่เมื่อยังอยู่ในตาดอกจะมีขนาดเล็ก มีสีเขียวอมขาว เนื้อเยื่อส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อเจริญ มีเนื้อเยื่อลำเลียงบ้าง หลังจากการผสมเกสรแล้ว รังไข่จะขยายตัวขึ้นเรื่อย ๆ มีสีเขียว แล้วค่อย ๆ เปลี่ยนจากผลอ่อนสีเขียวไปเป็นผลสุกที่มีสีแดง เนื่องจากคลอโรฟิลล์แก่ตัวจะแตกสลายไป เกิดแคโรทีนอยด์ (Carotenoids) ขึ้นมาแทน นอกสุดจากนี้ส่วนที่เป็นเปลือกหรือเนื้อเยื่อยังมีเปลี่ยนแปลงต่อไปอีก คือเปลือกชั้นนอกสุดจะเปลี่ยนเป็นมีลักษณะคล้ายหนัง ถัดมาเป็นชั้นที่ชุ่มน้ำ และชั้นที่มีลักษณะเป็นน้ำชั้น ๆ เหล่านี้เป็นต้น ซึ่งในพวกแองจิโอสเปิร์มจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นต่าง ๆ กัน ทำให้เกิดเป็นผลชนิดต่าง ๆ ที่แตกต่างกันในพืชแต่ละกลุ่ม

พืชพวกแองจิโอสเปิร์มประกอบด้วยสมาชิกจำนวนมาก มากกว่า 300,000 ชนิด การจัดจำแนกในปัจจุบันนิยมใช้แบบของ Thorne, 1968 มีคลาสเดียว คือ Class Angiospermae แบ่งออกเป็น 2 subclass คือ

- Subclass Dicotyledoneae                      พืชใบเลี้ยงคู่
- Subclass Monocotyleconeae                พืชใบเลี้ยงเดี่ยว

การจัดแบ่ง subclass นี้ ดูจากการจัดระเบียบของเมล็ดเป็นพื้นฐาน ซึ่งนักวิทยาศาสตร์มีความเห็นว่า พืชใบเลี้ยงเดี่ยวควรจะมีวิวัฒนาการสูงกว่าโดยเกิดการลดจำนวนใบเลี้ยงลง ซึ่งยืนยันได้จากการที่พืชพวกจิมโนสเปิร์ม ที่เป็นพืชจัดว่าโบราณกว่า มีใบเลี้ยงตั้งแต่ 2 ใบขึ้นไป

ลักษณะที่แตกต่างกันระหว่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่

ใบเลี้ยงคู่	ใบเลี้ยงเดี่ยว
1. เส้นใบสานกันแบบร่างแห	เส้นใบส่วนใหญ่ขนานกัน
2. สดิลเป็นแบบยูสดิล คือมีกลุ่มเนื้อเยื่อเรียงเป็นวงรอบไส้ใน	แบบเอแทคโทสดิล คือมีเนื้อเยื่อลำเลียงกระจัดกระจาย
3. ส่วนใหญ่มี secondary growth มีแคมเบียมอยู่ระหว่างไซเลม และโฟเอม	ไม่ค่อยพบ secondary growth ถ้าพบ จะพบแคมเบียมติดอยู่กับไซเลมและโฟเอมด้านใน
4. ส่วนประกอบของดอก มักจะมีสัดส่วนของ 5 หรือ 4 มี 3 บ้าง น้อยมากที่เป็น 2 หรือ 1 จำนวนใบดอกจะมีน้อย	มักจะเป็นสัดส่วนของ 3 บางที่เป็น 2 หรือ 1 น้อยมากที่เป็น 4