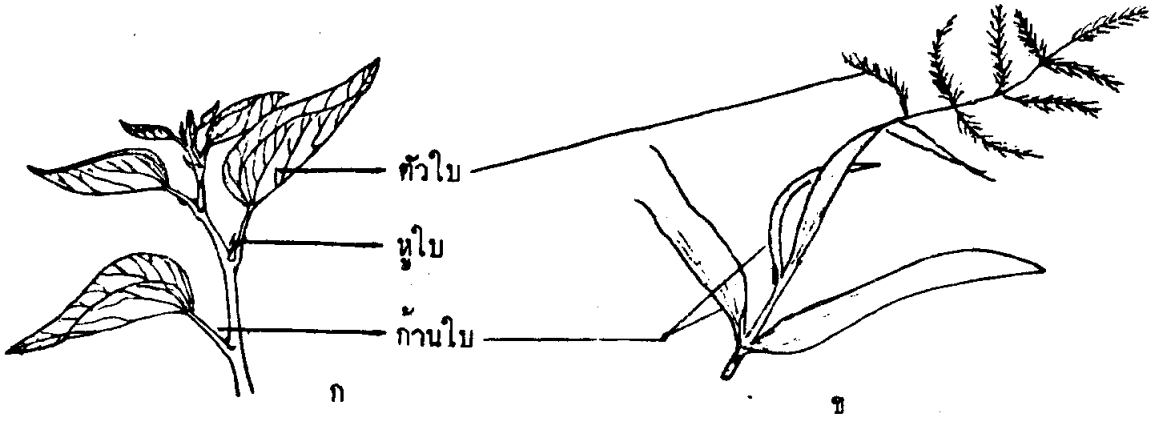
บทที่ 8
ใบ
(Leaf)

ใบคือระยางค์ที่ยื่นออกมาจากลำต้น แผ่แบนและมีสีเขียว จึงมีหน้าที่สำคัญคือสังเคราะห์แสง

ส่วนประกอบของใบ

ใบที่สมบูรณ์มีส่วนประกอบ 3 ส่วนคือ

1. ตัวใบ (Lamina หรือ Leaf blade) ตัวใบได้แก่ส่วนของใบที่แผ่แบน เพื่อสัมผัสกับแสงและน้ำได้เต็มที่ ใบไม้บางชนิดอาจไม่มีตัวใบ แต่มีส่วนอื่นของใบขยายขนาดมาแทนที่เช่น ก้านใบขยายขนาดมาแทนที่ตัวใบ เช่น ใบกฐินณรงค์ (ภาพที่ 8.1 ข) ใบที่ขาดตัวใบ เรียก phyllode



ภาพที่ 8.1 ก. ใบอ่อนของ malberry (*Morus alba*) แสดงส่วนประกอบของใบที่สมบูรณ์
ข. ใบกฐินณรงค์ที่ขาดตัวใบ ก้านใบขยายใหญ่ขึ้นมามีลักษณะรวมทั้งทำหน้าที่คล้ายใบ

2. ก้านใบ (Petiole) ก้านใบคือส่วนของใบไม้ที่มีลักษณะค่อนข้างกลมติดอยู่กับส่วนล่างของใบ ทำหน้าที่ชูใบขึ้นรับแสงสว่างและน้ำ ก้านใบอาจเปลี่ยนไปเป็นกาบหุ้มลำต้น เช่น พวกใบหญ้า ใบตอง เป็นต้น ใบไม้บางชนิดไม่มีก้านใบเรียก sessile leaf

3. หูใบ (Stipule) หูใบคือส่วนที่ยื่นออกมาจากโคนก้านใบ หูใบไม่พบในพืชทุกชนิด หูใบบางชนิดมีสีเขียวสังเคราะห์แสงได้ ใบไม้ที่ไม่มีหูใบเรียก exstipulate leaf เมื่อดูลักษณะภายในของลำต้นประกอบ พบพืชที่มี trilacunar node มักมีหูใบ แต่พืชที่มี unilacunar node มักไม่มีหูใบ (Esau, 1953)

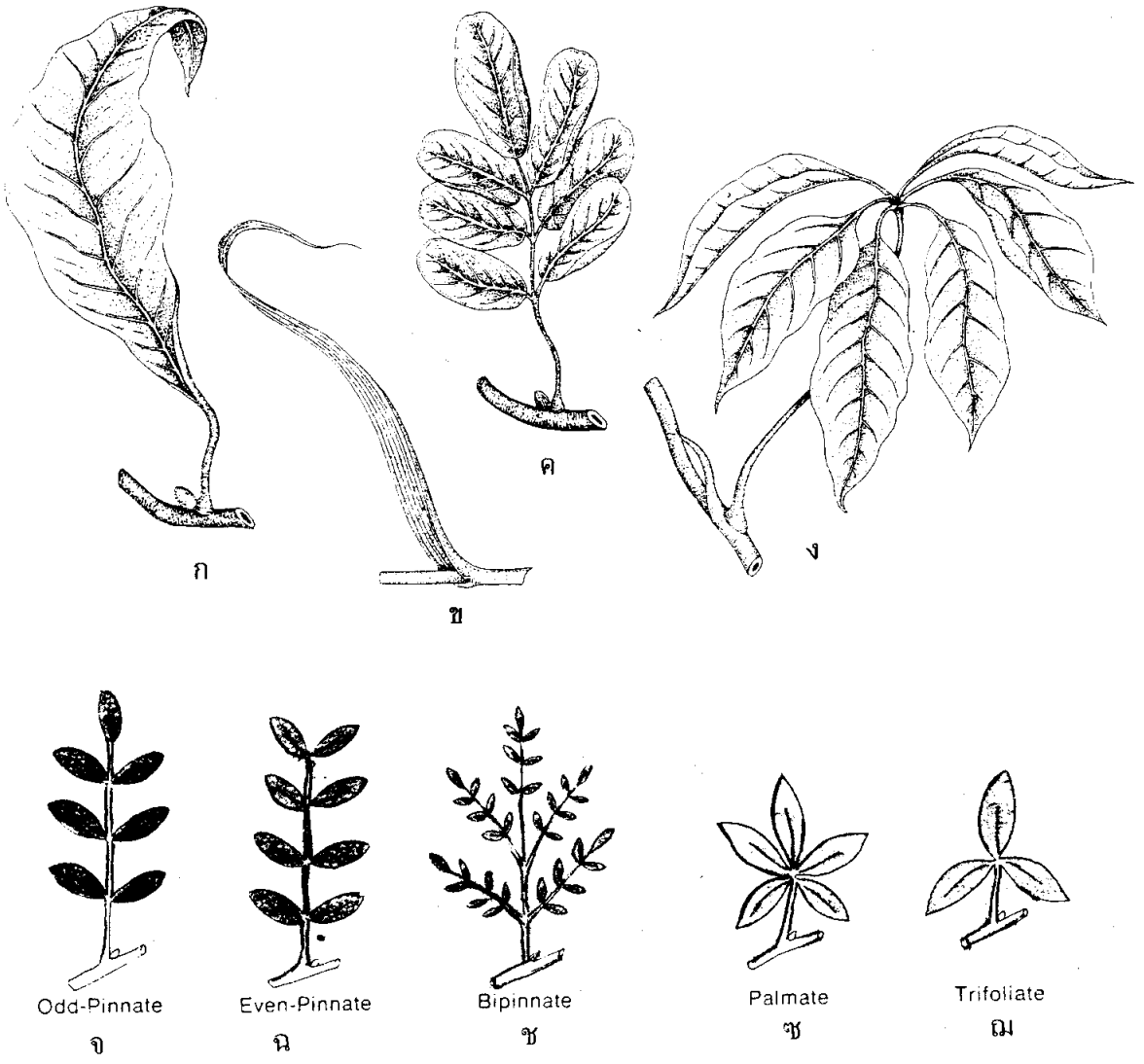
ตัวใบ (Lamina หรือ Leaf blade)

รูปร่างและส่วนประกอบของตัวใบจะแตกต่างกันตามชนิดของพืช และแม้แต่ในพืชชนิดเดียวกันก็ยังแตกต่างกันได้ ทำให้แบ่งใบไม้ออกเป็นหลายชนิด เช่น แบ่งออกเป็นใบเดี่ยว และใบประกอบ เป็นต้น

ใบเดี่ยวได้แก่ใบที่มีตัวใบ 1 ใบ มีก้านใบเดี่ยว ตัวอย่างได้แก่ใบมะม่วง มะละกอ

ใบประกอบ ได้แก่ ใบ ที่มีตัวใบแบ่งออกเป็นใบย่อย (Leaflet) มากกว่า 1 ใบ เส้นกลางใบเดิมที่ใบย่อยติดอยู่ ถูกเรียกว่า *rachis* ใบประกอบแบ่งย่อยออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิด *Pinnate* ใบประกอบชนิดนี้จะมีใบย่อยติดอยู่ที่สองข้างของ rachis (ภาพที่ 8.2 ค) ใบชนิดนี้อาจแบ่งย่อยลงไปอีกเป็น *bipinnate* (ภาพที่ 8.2 ช) และ *tripinnate* ใบประกอบชนิดที่ 2 คือ *Palmate* ใบย่อยจะแยกออกจากก้านใบที่จุดเดียวกัน (ภาพที่ 8.2 ง และ ช-ฌ) ใบย่อยมักพบมีจำนวนตั้งแต่ 3 ใบ เรียก *trifoliolate* หรือมากกว่า 3 ใบก็ได้

ใบประกอบมีลักษณะสำคัญที่สังเกตได้คือ โคนก้านใบย่อยจะไม่มีหูใบและตา นอกจากนี้ใบอ่อนของใบย่อยทุกใบคลี่ออกพร้อมกัน และมีขนาดเท่า ๆ กัน



ภาพที่ 8.2 แสดงใบชนิดต่าง ๆ

ก. ใบเดี่ยว

ข. หญ้าแสดงใบที่ไม่มีก้านใบ

ค. ถั่วแสดงใบประกอบแบบ pinnate *(Sophora)*

ง. *Schefferia* sp. แสดงใบประกอบแบบ palmate

จ-ช. ใบประกอบแบบ pinnate ชนิดต่าง ๆ

ซ-ฌ. ใบประกอบแบบ palmate ชนิดต่าง ๆ

(จาก Bold 1967 และ Hartmann, 1988)

รูปร่างของตัวใบ

ตัวใบ จะมีรูปร่างหลายแบบ (ภาพที่ 8.3) และมีชื่อเรียกไปต่าง ๆ กัน คือ

Filiform ตัวใบมีลักษณะอ่อน ยาว ปลายแหลม คือมีลักษณะคล้ายเส้นด้าย

Linear ใบยาวแคบคล้ายริบบิ้น ด้านข้างของใบขนานกัน มีความยาวของใบมากกว่าความกว้างของใบอย่างน้อย 10 เท่า ได้แก่ ใบหญ้า

Acicular ใบยาว แหลม และแข็งคล้ายเข็ม ได้แก่ ใบสน

Lanceolate ใบมีลักษณะคล้ายหอก มีความยาวมากกว่าความกว้าง และส่วนกว้างที่สุดอยู่ต่ำกว่ากึ่งกลางใบลงมา โคนใบและปลายใบแหลม เช่นใบหมากผู้หมากเมีย

Oblanceolate คล้ายใบชนิด lanceolate แต่ความกว้างของใบอยู่เหนือกึ่งกลางใบขึ้นไป

Oval ใบรูปไข่ คือใบที่มีความยาวมากกว่าความกว้างไม่เกิน 2 เท่าครึ่ง ส่วนกลางใบจะกว้างที่สุด โคนใบและปลายใบมน ตัวอย่างเช่น ใบพุทรา ฝรั่ง

Ovate ใบที่มีปลายใบแหลม ฐานใบมนส่วนกว้างของใบอยู่ต่ำกว่ากึ่งกลางใบ ความยาวของใบมากกว่าความกว้างไม่เกินสองเท่าครึ่ง เช่น ใบพู่เรือหงส์ ชบา ฤาษีผสม

Obovate ลักษณะใบเช่นเดียวกัน Ovate แต่ความกว้างอยู่เหนือกึ่งกลางใบ

Elliptic รูปร่างใบคล้าย ellipse ตรงกลางใบกว้างที่สุด ค่อย ๆ แคบไปยังปลายทั้งสอง ใบยาวมากกว่ากว้างประมาณสองเท่าครึ่ง

Oblong ใบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โคนและปลายใบมน ขอบใบทั้งสองข้างขนานกัน ตัวอย่างเช่น ใบกล้วย ใบโกสน

Cordate ใบรูปหัวใจ ฐานใบเว้า ขอบใบถัดรอยเว้าขึ้นมาจะมนปลายใบแหลม เช่น ใบโพธิ์

Obcordate ตรงข้ามกับ Cordate คือมีรอยเว้าอยู่ตรงปลายใบ

Orbicular ใบรูปกลม มีก้านใบติดตรงกลางตัวใบ ตัวอย่างเช่น ใบบัวหลวง

Reniform ใบรูปไต เช่น ใบบัวบก ใบชงโค

Rhomboidal ใบรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน เช่น ใบแก้ว

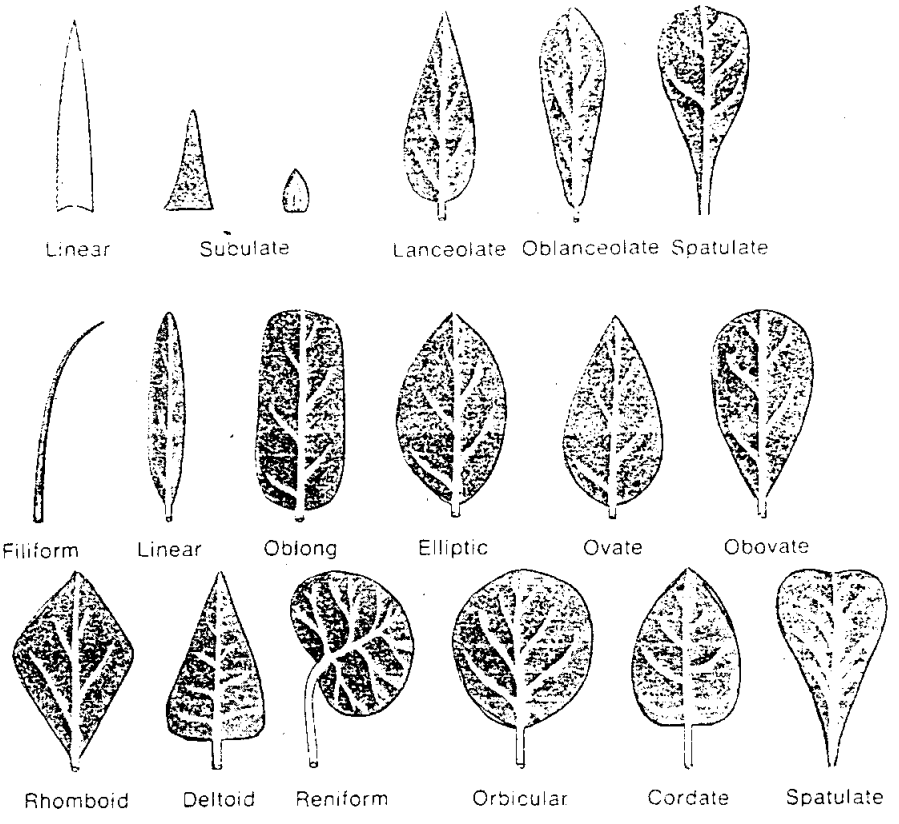
Falcate ใบรูปเคียว

Spatulate ใบรูปช้อน

Deltoid ใบรูปสามเหลี่ยม มุมปลายใบมนเล็กน้อย เช่นใบฝ้าย

Subulate ใบรูปลิ่ม คือเป็นรูปสามเหลี่ยมที่เรียวจากโคนไปปลายใบ

Cunuate ตรงข้ามกับ Subulate เรียวจากปลายใบลงมาถึงโคนใบ ปลายแหลมสุดอยู่ที่จุดติดของใบ



ภาพที่ 8.3 รูปร่างของตัวใบแบบต่าง ๆ
(Hartmann, 1988)

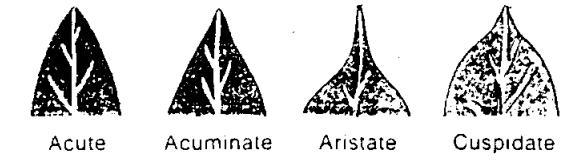
นอกจากที่กล่าวมาแล้ว ตัวใบยังมีความแตกต่างกันในแต่ละส่วนของตัวใบด้วยดังนี้คือ ขอบใบ (ภาพที่ 8.4 ก) ใบไม้อาจจะมีขอบใบเรียบ (Entire) ขอบใบเป็นคลื่น (Undulate หรือ Repan) และขอบใบเว้า ซึ่งการเว้าของขอบใบอาจจะเว้าในลักษณะเป็นพู (Crenate) จักตรง (Dentate) และจักตรงละเอียด (Denticulate) นอกจากนี้ขอบใบอาจจะจักแบบฟันเลื่อย คือ จักแหลมที่ปลายแหลมชี้ไปทางด้านปลายใบคล้ายฟันเลื่อย (Serrate) และจักฟันเลื่อยละเอียด (Serrulate) หรือจักแบบฟันเลื่อยเป็น 2 ชั้น (Double serrate) ริมใบบางชนิดจะเว้าเข้าไปลึก (Lobed) ซึ่งถ้าการเว้าของขอบใบนี้ลึกจนถึงเส้นกลางใบ (Divided) ใบนั้นจะถูกจัดเป็นใบประกอบ นอกจากนี้ขอบใบอาจมีระยางค์ออกไปคล้ายขน (Ciliated)

ปลายใบ โดยทั่ว ๆ ไปจะพบมีลักษณะแหลมหรือมน ที่ถ้าดูให้ละเอียดจะจำแนกออกได้อีก ดังนี้คือ (ภาพที่ 8.4 ข) ปลายใบที่เรียวแหลมตั้งแต่กลางใบไป (Acute) เรียวแหลมมาก (Acuminate) หรือแหลมยาวเฉพาะตรงปลาย (Aristate) เรียวแหลมสั้น ๆ เฉพาะตรงปลายใบ (Cuspidate) พวกปลายใบมนก็มีชนิดมนป้าน (Obtuse) มนและเว้าตรงกลาง (Retuse) ที่อาจจะเว้าลึกมาก (Emarginate) ไปจนถึงปลายใบตัด (Truncate)

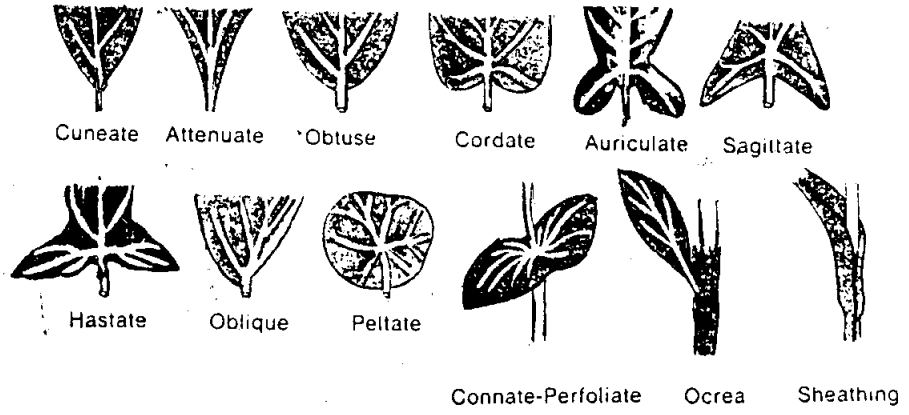
ส่วนสุดท้ายคือฐานใบ (ภาพที่ 8.4 ค) ฐานใบจะมีลักษณะแตกต่างกันคล้าย ๆ กับส่วนปลายใบ คือมีตั้งแต่ฐานใบแหลม (Cuneate) ฐานใบที่เรียวแหลมมาก (Attenuate) ฐานใบมน (Obtuse) ฐานใบตัดตรง (Truncate) ไปจนถึงฐานใบที่เว้าเข้าไป โดยที่อาจเว้ามน 2 ข้างกว้างไม่เท่ากัน (Oblique) เว้ามนที่ 2 ข้างกว้างเท่ากัน (Cordate) หรือกว้างเท่ากันแต่มีติ่งออกไป (Auriculate) ฐานใบเว้าแหลมที่อาจลึกจนฐานใบมาซ้อนกัน (Segittate) และเว้าคล้ายธนู (Hastate)

นอกจากนี้พบว่าปกติก้านใบจะติดที่ฐานใบ แต่ใบบางชนิดจะมีใบติดด้านล่างของใบ (Peltate) ที่ส่วนมากจะพบในพืชที่มีใบรูปกลม (Orbiculate-peltate) หรือใบที่มีฐานใบรูป sagittate (Sagittate-peltate) และฐานใบรูป Hastate (Haste-pelate) ฐานใบของใบ 2 ใบที่เรียงตรงข้ามกันอาจมาติดกัน (Connate-Perfoliate) หรือฐานใบแผ่ออกเป็นกาบ (Sheathing) ห่อส่วนโคนของปล้อง เช่น ในใบหญ้าเป็นต้น

ก



ข



ค

ภาพที่ 8.4 แสดงส่วนต่าง ๆ ของใบ

ก. ริมใบ

ข. ปลายใบ

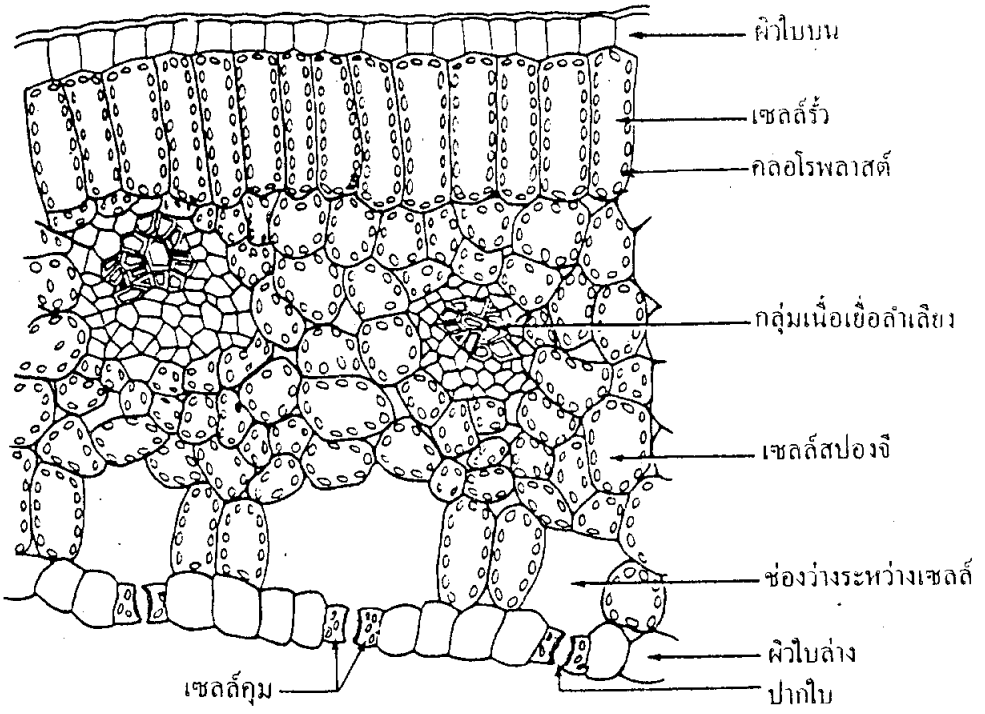
ค. ฐานใบ

(จาก Hartmann, 1988)

ส่วนประกอบภายในของตัวใบ

ในที่นี้จะกล่าวถึงส่วนประกอบของใบ และหน้าที่ของแต่ละส่วนที่จะกล่าวถึงไปพร้อมกัน ใบที่จะกล่าวถึงเป็นใบของพืชมีดอก ใบประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน (ภาพที่ 8.5) คือ

1. ผิวใบ (Epidermis) ผิวใบประกอบด้วยเซลล์เรียงเป็นแถว มีความหนาของเซลล์เพียงชั้นเดียวหรือมากกว่าหนึ่งชั้นแล้วแต่ชนิดของพืช ผนังเซลล์ชั้นนอกสุดมักจะหนาและปกคลุมด้านนอกของใบด้วยสารประเภทขี้ผึ้งเรียกคิวติน (Cutin) คิวตินนี้ถ้าหนามากจนเกิดเป็นชั้นเรียกชั้นของคิวตินนี้ว่า คิวติเคิล (cuticle) คิวตินทำหน้าที่ช่วยลดการระเหยน้ำของใบ นอกจากนี้ผิวใบยังมีหน้าที่ช่วยป้องกันส่วนของเนื้อเยื่ออ่อน ๆ ที่อยู่ภายในใบไม่ให้เป็นอันตราย เซลล์ในชั้นนี้ปกติไม่ค่อยพบมีคลอโรพลาสต์ เพราะเลือกดูแต่ใบไม้บนบก แต่ต้นไม้ที่ขึ้นในน้ำอาจพบมีคลอโรพาสต์อยู่มากกว่าในเซลล์ชั้นถัดเข้าไป ใบไม้บางชนิดผิวใบอาจมีการขาดตอนเกิดเป็นรูขึ้นมาเรียก Hydrathode Hydrathode เป็นรูที่มีน้ำออกมาในภาวะของเหลว (Guttation) ต่างจากปกติที่น้ำจะออกจากใบในภาวะของแก๊สโดยระเหยออกทางปากใบ ชั้นผิวใบนี้จะมีทั้งชั้นผิวใบบน (Upper epidermis) และผิวใบล่าง (Lower epidermis) ที่ผิวใบทั้ง 2 ชั้นจะมีลักษณะต่าง ๆ คล้ายกัน



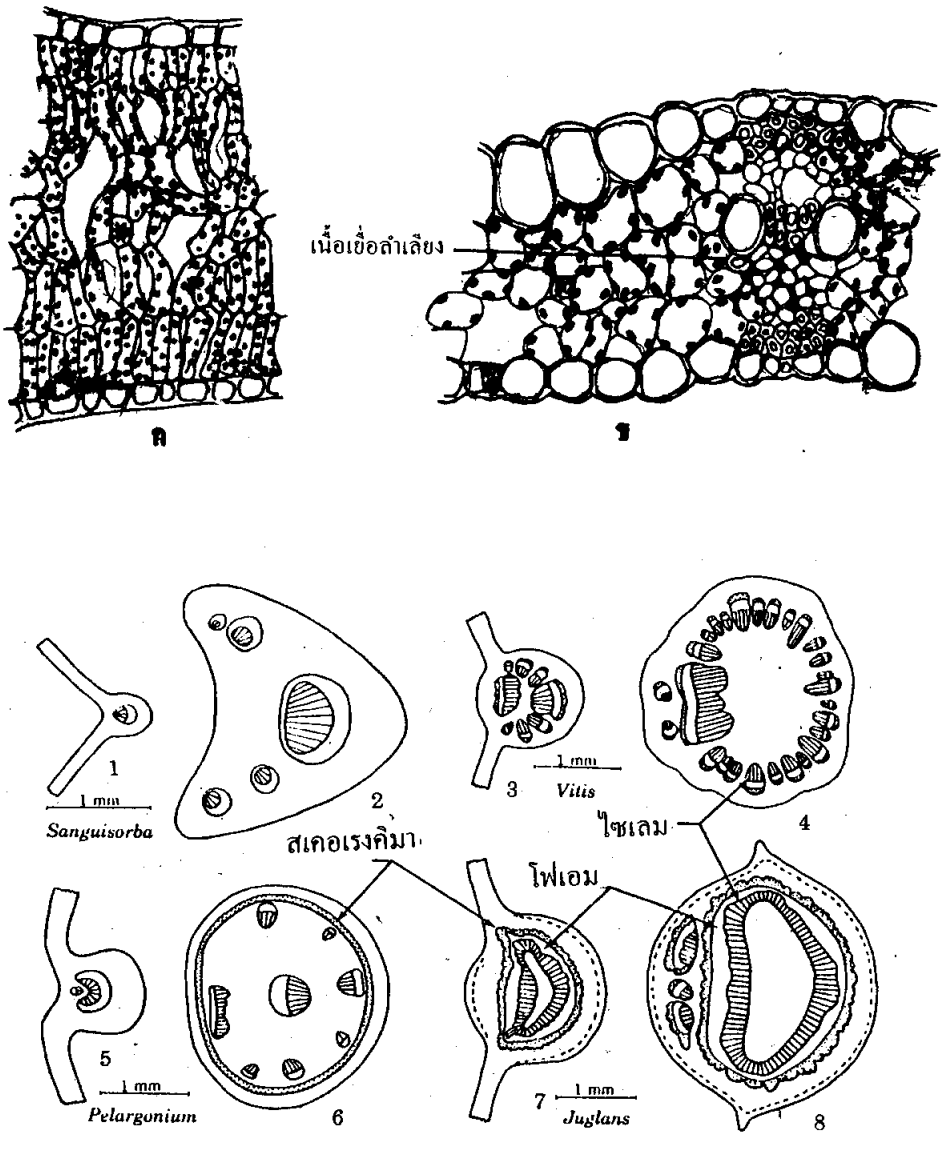
ภาพที่ 8.5 แสดงส่วนประกอบภายในของใบ

(Hartmann, 1988)

ปากใบ (Stoma) คือช่องว่างที่พบในผิวใบ สองข้างของปากใบจะมีเซลล์คุม (Guard cell) รูปร่างคล้ายไตประกบอยู่ เซลล์คุมจะมีผนังหนาไม่เท่ากัน คือผนังด้านในที่ติดกับปากใบจะหนากว่าด้านอื่น มีคลอโรพลาสต์จึงช่วยสังเคราะห์แสงได้ โดยทั่วไปคำว่าปากใบมักจะหมายรวมทั้งเซลล์คุมและช่องว่างที่อยู่ระหว่างเซลล์คุมด้วย จำนวนของปากใบเท่าที่พบมีจำนวนมาก โดยเฉพาะไม้ในน้ำบางชนิดพบจำนวนถึงประมาณ 1,000-100,000 ปากใบต่อตารางเซนติเมตร เซลล์คุมจะทำหน้าที่ควบคุมการปิดเปิดของปากใบ คือในเวลากลางวันเซลล์คุมจะมีการสังเคราะห์แสงเนื่องจากมีคลอโรพาสต์ทำให้โพรโทพลาซึมเข้มข้น น้ำจากเซลล์ข้างเคียงจะซึมเข้าสู่เซลล์คุม เซลล์คุมจึงเต่งขึ้น ดึงให้ปากใบเปิด กลางคืนเซลล์คุมจะเสียความเต่งลงปากใบจะปิด การแลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างใบกับภายนอกของใบ จะผ่านทางปากใบนี้ นอกจากนี้ใบยังระเหยน้ำออกทางปากใบด้วย ปากใบพบมากทางด้านผิวล่างของใบ จัดเป็นการปรับตัวของพืชเพื่อเลี่ยงจากการสัมผัสกับแสง และฝุ่น แต่พืชน้ำที่ลอยอยู่บนผิวน้ำจะพบปากใบมีมากที่ผิวบนของใบ และพืชที่จมอยู่ใต้น้ำมักจะไม่พบมีปากใบเลย

2. มีโซฟิลล์ (Mesophyll) มีโซฟิลล์เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากผิวใบเข้าไป ประกอบด้วยเซลล์หนาหลายชั้นที่มีรูปร่างแตกต่างกันเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มเซลล์รั้ว (Palisade mesophyll) และกลุ่มเซลล์สปองจี (Spongy mesophyll) เซลล์รั้วพบอยู่ติดกับผิวบนของใบ ประกอบด้วยเซลล์สูง ๆ เรียงติดกันแน่นมีความหนา 1-2 ชั้นแล้วแต่ชนิดของพืช เซลล์รั้วจะมีคลอโรพลาสต์จำนวนมาก จึงมีหน้าที่สังเคราะห์แสง ถัดจากเซลล์รั้วลงมาติดกับผิวล่างของใบคือชั้นเซลล์สปองจี ชั้นนี้จะประกอบด้วยเซลล์ที่อยู่ค่อนข้างหลวม ทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์กว้างทำหน้าที่เป็นช่องอากาศ เซลล์จะมีรูปร่างไม่แน่นอน มีคลอโรพลาสต์น้อยกว่าเซลล์รั้ว เซลล์ในชั้นมีโซฟิลล์ส่วนใหญ่เป็นเซลล์พวกพาเรงคิมา ลักษณะและการจัดระเบียบของเซลล์จะขึ้นกับสิ่งแวดล้อมด้วย เช่นพืชที่ขึ้นอยู่ในทะเลทรายหรือที่ค่อนข้างแห้งแล้ง ใบจะมีเซลล์รั้วอยู่มาก (ภาพที่ 8.6 ก) เป็นการลดช่องว่างภายในใบ ทำให้ลดการสูญเสียน้ำจากการระเหย พืชบางชนิดเซลล์รั้วไม่ยาวหรือมีลักษณะเป็นท่อนโค้ง ๆ เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการรับแสง การเรียงตัวของคลอโรพลาสต์ในเซลล์ก็จะสัมพันธ์กับหน้าที่เช่นเวลาที่เซลล์มีการสังเคราะห์แสงมาก คลอโรพลาสต์จะมาเรียงตัวอยู่บริเวณผนังเซลล์ เป็นต้น

นอกจากนี้ พบมีกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียง แทรกอยู่ในชั้นมีโซฟิลล์นี้ทั่วไป กลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงในใบจะเรียงกันอยู่เป็นหมู่ (ภาพที่ 8.6 ข) เรียกเส้นใบ เส้นใบจะมีการเรียงตัวเป็นแบบเฉพาะ ใบไม้บางชนิดอาจมีเส้นใบเพียงเส้นเดียว เช่นใบสนหางม้า (*Equisetum*) เป็นต้น แต่ในไม้ดอกใบมักจะมีเส้นใบจำนวนมาก



ภาพที่ 8.6 แสดงส่วนประกอบภายในใบตัดขวาง

ก. ใบยูคาลิปจะมีเซลล์รั้วติดที่ผิวใบทั้งบนและล่าง

ข. ใบเข็มชั้นมีโซฟิลล์ประกอบด้วยเซลล์ที่เหมือนกันหมด มีกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงแทรกอยู่

ค. แสดงการเรียงตัวของเนื้อเยื่อลำเลียงในเส้นกลางใบ (1, 3, 5, 7) และก้านใบ (2, 4, 6, 8) ของพืชใบเลี้ยงคู่ (Esau,1979)

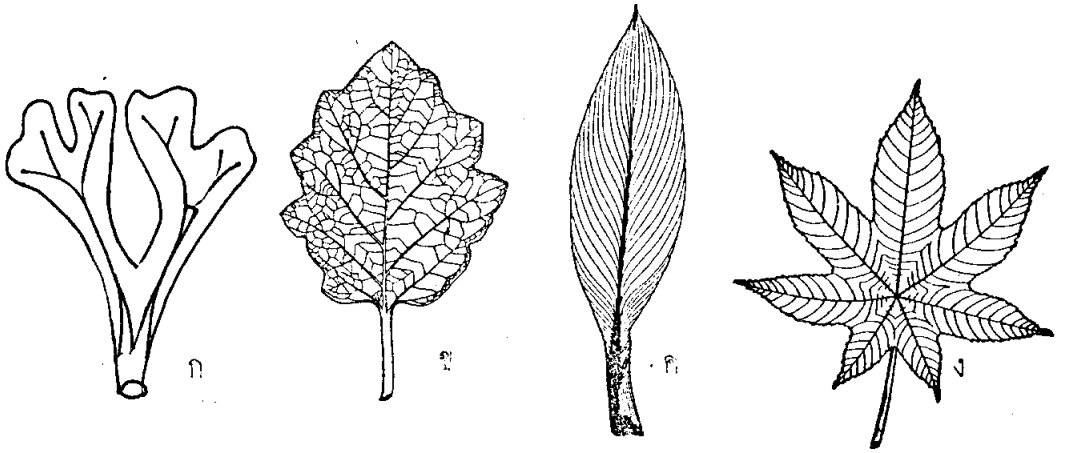
การเรียงตัวของเส้นใบ (Leaf venation)

เส้นใบก็คือแนวของเนื้อเยื่อลำเลียงที่แยกจากต้นหรือกิ่งเข้าสู่ใบ ในพืชมีดอก ใบแต่ละใบจะมีเส้นใบจำนวนมาก และมีการเรียงตัวแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของพืช จึงพอจะจำแนกการเรียงตัวของเส้นใบได้เป็น 3 แบบ ดังนี้คือ

1. Dichotomous venation การเรียงตัวของเส้นใบแบบนี้มักพบในพืชที่ใบมีเส้นใบน้อย เส้นใบที่ออกจากโคนใบแล้ว ปลายเส้นใบจะแตกออกเป็น 2 กิ่ง (ภาพที่ 8.7 ก) พบมากในพืชชั้นต่ำ

2. Parallel venation เส้นใบจะเรียงขนานกัน เส้นใบจะมีขนาดเกือบเท่ากัน (ภาพที่ 8.7 ค-ง) การขนานกันของเส้นใบ อาจจะขนานกันเฉพาะโคนใบ ส่วนตอนปลายใบเส้นใบอาจจะเฉออก บางเส้นอาจไปรวมกันที่ปลายตรงปลายใบ หรือบางเส้นอาจหยุดก่อนถึงปลายใบก็ได้ พบมากในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวอาจพบมีเส้นใบเล็ก ๆ มาเชื่อมเส้นใบใหญ่เป็นขั้นบันไดที่ไม่ตรงกัน นอกจากนี้เส้นใบยังมีการขนานกันแบบ pinnate คือมีเส้นกลางใบขนาดใหญ่และมีสาขาแยกขนานกันออกไป 2 ข้างของเส้นกลางใบ (ภาพที่ 8.7 ค) ขนานกันแบบ palmate คือมีเส้นใบใหญ่ออกไปจากจุดเดียวกันตรงบริเวณโคนใบ แล้วจึงมีเส้นใบย่อยออกจากเส้นใบใหญ่เรียงขนานกัน 2 ข้างของเส้นใบใหญ่แต่ละเส้น (ภาพที่ 8.7 ง) พืชที่มีเส้นใบเรียงขนานกันนี้พบมากในพืชมีดอกพวกใบเลี้ยงเดี่ยวทั่ว ๆ ไป

3. Reticulate venation (Netted vein, Anastomosing vein) เส้นใบสานกันเป็นร่างแห เส้นใบมีขนาดไม่เท่ากัน คือจะมีเส้นกลางใบใหญ่ และแขนงที่แยกออกไปจะเล็กลงไปเรื่อย ๆ (ภาพที่ 8.7 ข)



ภาพที่ 8.7 การเรียงตัวของเส้นใบแบบต่าง ๆ ก. แบบ Dichotomous ข. แบบร่างแห ค.-ง แบบขนานแบ่งย่อยไปอีก 2 แบบ คือขนานแบบ pinnate (ค) และขนานแบบ palmate (ง) (Brown, 1969)

ก้านใบ (Petiole)

ก้านใบจัดเป็นส่วนของกิ่งที่แยกออกมาจากลำต้นเข้าไปยังใบ เนื้อเยื่อที่มาประกอบกันเป็นก้านใบจึงคล้ายกับเนื้อเยื่อในลำต้น คือประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นผิวนอก คอร์เทกซ์ เอนโดเดอร์มิสและชั้นเนื้อเยื่อลำเลียง เนื่อเยื่อชั้นต่าง ๆ ที่กล่าวมาประกอบด้วยเซลล์คล้ายในลำต้น ส่วนเนื้อเยื่อลำเลียงจะมีการเรียงตัวเป็นกลุ่มตรงกลางของก้านใบหลายแบบ (ภาพที่ 8.6 ค) ที่พบมากที่สุดคือแบบครึ่งวงกลม และแบบวงกลม โดยอาจมีการเรียงต่อกันตลอดหรือเว้นเป็นระยะ นอกจากนี้อาจพบเนื้อเยื่อลำเลียงอยู่กันระเกะระกะไม่มีระเบียบ โดยทั่วไปเซลล์ที่ประกอบในเนื้อเยื่อลำเลียงแต่ละกลุ่มมักมีโฟเอมอยู่ด้านล่าง ไซเลมอยู่ด้านบน คือเรียงกันแบบ collateral แต่อาจพบเป็นแบบ bicollateral หรือล้อมกันเป็นวงกลมก็ได้ เนื้อเยื่อลำเลียงจากก้านใบจะยื่นเข้าไปยังใบไปเป็นส่วนของเส้นกลางใบ

ใบเกล็ด (Cataphyll หรือ Bud scale)

ใบเกล็ด คือใบที่หุ้มส่วนยอดของลำต้นไว้ มักมีต่อมทำหน้าที่สร้างน้ำเหนียว ๆ หรือมีขนหนา ๆ เพื่อช่วยลดการคายน้ำของใบ เป็นใบที่มีขนาดเล็ก ใบชนิดนี้เซลล์รั้วมักมีรูปร่างไม่ชัดเจน หรือไม่มีเลย คือทุกเซลล์มีลักษณะเหมือนกันหมด มีเนื้อเยื่อลำเลียงน้อย เส้นใบมักจะมีการเรียงตัวแบบ dichotomous ปากใบมีจำนวนน้อยหรือไม่มีเลย มีเส้นกลางใบเล็ก จึงดูคล้ายเป็นแผ่นที่ไม่มีแกนกลาง

ใบพิเศษ (Specialized leaf)

ปกติใบไม้มีหน้าที่สำคัญคือ สังเคราะห์แสง แต่ใบอาจเปลี่ยนไปทำหน้าที่อื่นอีก เช่น ช่วยยึดเกาะ สะสมอาหาร หายใจ สืบพันธุ์คือเป็นที่เกิดของรากและดอก ทำหน้าที่จับสัตว์เล็ก ๆ และป้องกันลำต้นโดยเปลี่ยนไปเป็นหนาม ใบไม้ที่มีลักษณะต่างไปจากใบไม้ธรรมดา และยังมีหน้าที่อื่น ๆ นอกเหนือไปจากการสังเคราะห์แสงเหล่านี้ถูกเรียกว่าใบพิเศษ พบมากในไม้ดอก ใบพิเศษที่น่าสนใจได้แก่ ใบที่ทำหน้าที่จับสัตว์เล็ก ๆ กินเป็นอาหาร พบไม่กี่ชนิด ได้แก่ ใบของต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง (Pitcher plant) ต้นกาบหอยแครง (Venus' flytrap) ต้นหยาดน้ำค้าง (Sundew) และต้นสาหร่ายข้าวเหนียว *(Utricularia)* พืชพวกนี้ถึงจะมีใบสีเขียวใช้สังเคราะห์แสงได้แล้ว ใบยังสามารถจะสร้างน้ำย่อยมาย่อยสัตว์เล็ก ๆ และดูดกินเป็นอาหารได้ ใบของต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิงจะมีลักษณะคล้ายหม้อ มีฝา (ภาพที่ 8.8 ข) เมื่อสัตว์เล็ก ๆ คลานเข้าไปในส่วนของใบที่มีลักษณะคล้ายถุงหรือหม้อของต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง สัตว์นั้นจะถูกน้ำย่อยที่อยู่ก้นถุงย่อยเป็นอาหาร ส่วนใบของกาบหอยแครงจะแยกเป็น 2 ฝา คล้ายกาบหอย (ภาพที่ 8.8 ค) ใบจะปิดอย่างรวดเร็วเมื่อถูกกระทบโดยสัตว์เล็ก ๆ เนื่องจาก มีขนที่รับความรู้สึกได้ว่องไว ขอบใบจะมีหนามยื่นมาแตะกันไว้แมลงจึงไม่สามารถหนีไปได้ สำหรับต้นหยาดน้ำค้างจะมีใบกลม

ภาพที่ 8.8 ก. สาหร่ายข้าวเหนียว *(Utricularia)* แสดงต้น (ซ้าย) และกระเปาะจับแมลง (ขวา)

ข. หม้อข้าวหม้อแกงลิง 2 สกุล คือ *Sarracenia* (ซ้ายและกลาง) กับ *Nepenthes* (ขวา)

ค. ต้นกาบหอยแครง *(Dionaea muscipula)*

ง. หยาดน้ำค้าง *(Drosera)*

(Brown. 1969)

รอบขอบใบจะมีระยางค์เล็ก ๆ ยื่นออกมาจำนวนมาก ปลายระยางค์จะมีลักษณะเป็นตุ่ม (ภาพที่ 8.8 ง) ระยางค์จะทำหน้าที่รัดตัวพร้อมกับปล่อยน้ำย่อยที่มีลักษณะเป็นเมือกมาทารอบตัวสัตว์นั้น ทำการย่อยเป็นอาหาร ต้นสาหร่ายข้าวเหนียวเป็นพืชน้ำขนาดเล็กที่โคนใบจะมีถุงขนาดเล็กเรียงเป็นแถวมีฝา (ภาพที่ 8.8 ก) ทำหน้าที่จับสัตว์น้ำเล็ก ๆ กินเป็นอาหารเมื่อสัตว์น้ำหลุดเข้าไปในถุง พืชเหล่านี้จัดเป็นพืชที่ต้องการปริมาณของไนโตรเจนสูง จึงเป็นพืชที่ขึ้นอยู่ได้ดีในพื้นที่ที่ขาดไนโตรเจนโดยใช้ไนโตรเจนจากสัตว์เล็ก ๆ ที่ถูกย่อยแล้ว

การจัดระเบียบของใบอ่อน (Leaf Vernation **หรือ** Prefoliation)

ได้แก่การเรียงตัวของใบอ่อนในตา (Bud) เป็นการจัดระเบียบของใบอ่อนก่อนมีการคลี่ใบซึ่งแตกต่างกันตามชนิดของพืช และมีชื่อเรียกเฉพาะ คือ

Circinate vernation ใบอ่อนจะม้วนตั้งแต่ปลายใบไปจนถึงโคน การม้วนงอแบบนี้เกิดจากเซลล์ของใบด้านล่าง และด้านบนมีการเจริญเติบโตไม่เท่ากัน เป็นผลให้เกิดการม้วนงอ ตัวอย่างเช่นใบเฟิน (เฟินพวก "fiddle head" นั้น ได้ชื่อมาจากใบอ่อนที่มีขนาดใหญ่ ปกคลุมด้วยขนสีน้ำตาลมีลักษณะคล้ายหัวลิงพวก apt)

Conduplicate vernation ใบอ่อนพับตามแนวเส้นกลางใบเข้าหากัน เช่น ใบเข็ม

Convolute vernation ใบอ่อนม้วนขนานกับแกนของใบ จากริมหนึ่งไปยังอีกริมหนึ่ง เช่น พุทธรักษา, กล้วย พลูด่าง

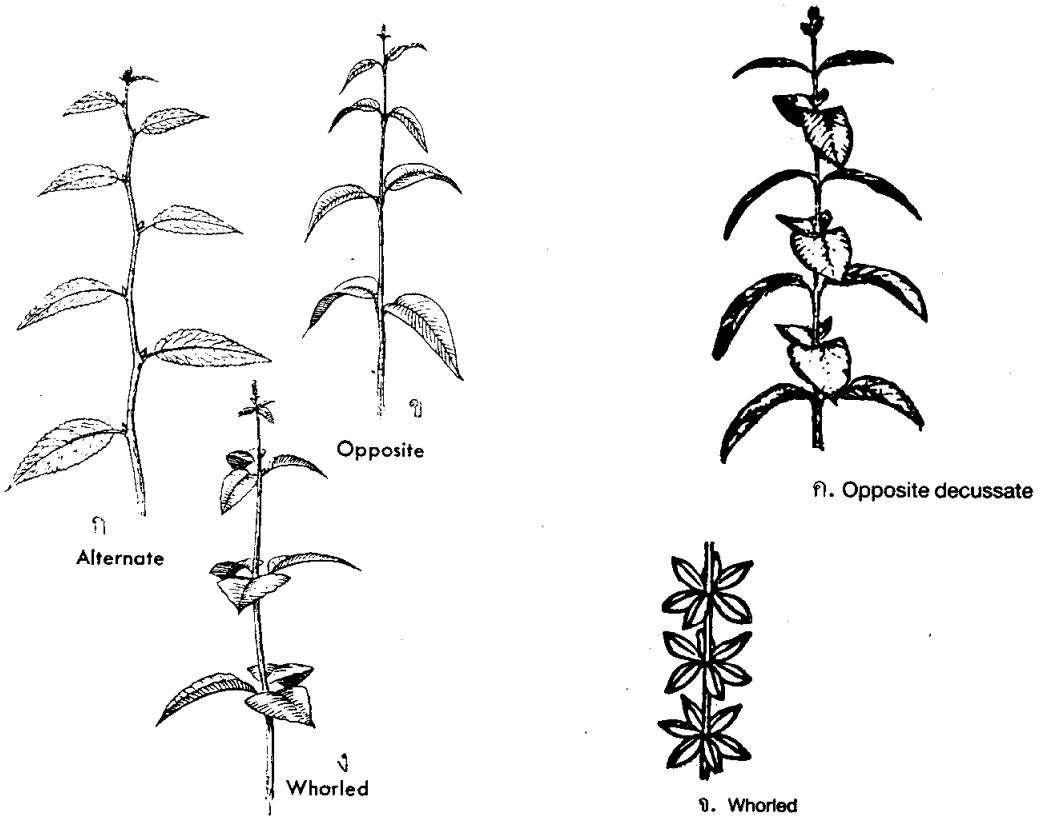
Involute vernation ริมใบทั้งสองข้างม้วนขึ้นสู่กลางใบ ได้แก่ ใบบัว

Revolute vernation คล้าย involute แต่ม้วนลง เช่นใบยี่โถ

Plicate vernation ใบอ่อนพับเป็นจีบ เช่นใบปาล์ม

Reiclinate vernation ใบอ่อนพับงอลงมา

การเรียงตัวของใบ (Leaf arrangement)



ภาพที่ 8.9 การเรียงตัวของใบแบบต่าง ๆ (Arnett and Braungart, 1970)

ปกติใบจะเกิดที่บริเวณข้อของลำต้น ที่แต่ละข้ออาจมีใบมากน้อยไม่เท่ากันแล้วแต่ชนิดของพืช พืชบางชนิดข้อหนึ่งปรากฏมีใบเพียงใบเดียว บางชนิดมีมากกว่าหนึ่งใบ ทำให้เห็นใบมีการเรียงตัวแตกต่างกันไปเป็นหลายแบบ เช่น แบบ Alternate คือใบมีการเรียงตัวสลับกัน รอบของแกนหรือกิ่ง (ภาพที่ 8.9 ก) โดยใบแรกอาจเกิดในตำแหน่งตรงกับใบที่ 3 หรือใบที่ 5 (บางทีเรียกว่าแบบ Spiral) อีกแบบหนึ่งคือแบบ Opposite เป็นการเรียงตัวของใบที่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกันของข้อ ข้อหนึ่งจึงมี 2 ใบ ซึ่งใบในแต่ละข้ออาจเกิดในระนาบเดียวกัน (ภาพที่ 8.9 ข) หรือคู่แรกตั้งฉากกับคู่ที่ 2 (Opposite decussate - ภาพที่ 8.9 ค) แบบสุดท้ายใบมีการเรียงตัวแบบ Whorled โดยมีใบเกิดอยู่รอบ ๆ ข้อ ข้อหนึ่งตั้งแต่ 3 ใบขึ้นไป (ภาพที่ 8.9 ง - จ)

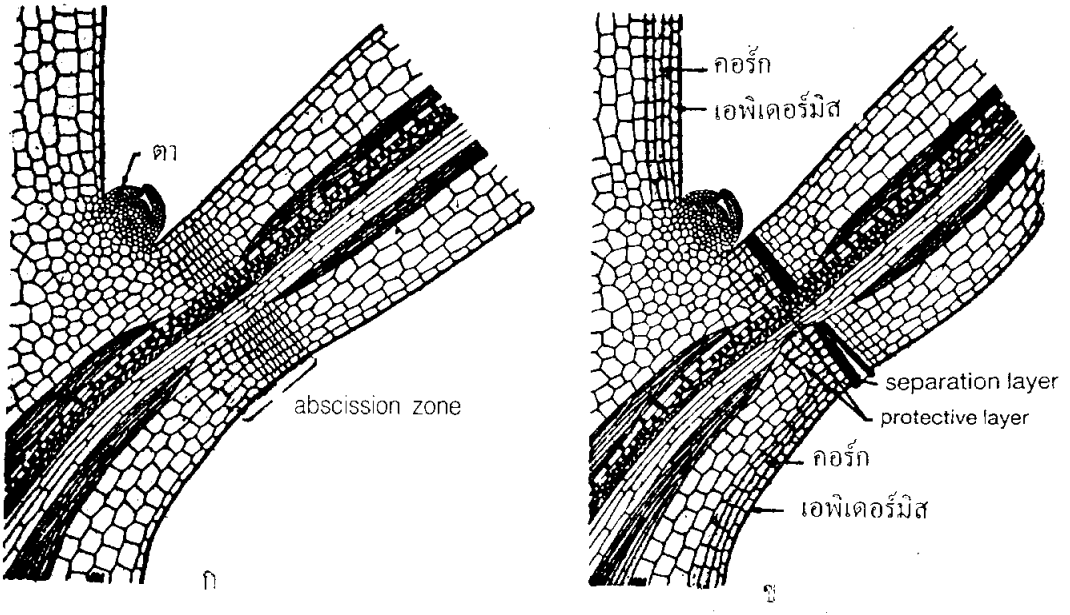
การร่วงของใบ (Abscission of leaf)

โดยทั่วไปใบไม้มีอายุจำกัด และมักจะมีอายุไม่เกิน 1 ฤดู แต่ใบไม้บางชนิดมีอายุได้นาน จึงมีการแบ่งพืชออกเป็นพืชที่ผลัดใบ และพืชไม่ผลัดใบ พืชไม่ผลัดใบได้แก่พืชที่สร้างใบในฤดูหนึ่งแล้วใบจะคงอยู่นานจะร่วงหลังจากมีใบใหม่เกิดขึ้นแล้ว ได้แก่พืชพวกที่มีโคนสร้างสปอร์เกือบทุกชนิด กับพวกไม้ดอกที่อยู่ในเขตค่อนข้างชื้น ไม้ดอกในเขตหนาวพบน้อยชนิดที่ไม่ผลัดใบ พืชผลัดใบจะมีใบร่วงพร้อมกัน เช่นร่วงในฤดูหนาว ได้แก่ต้นไม้ในเขตหนาวทั่ว ๆ ไป ส่วนการผลัดใบของต้นไม้ในเขตอบอุ่น และเขตร้อนจะขึ้นกับความชื้นและความแห้งแล้งของฤดูกาล ไม่ใช่อุณหภูมิที่สูงหรือต่ำ

การร่วงของใบไม้ในพวกไม้ดอกและพวกจิมโนสเปิร์ม เกิดเนื่องจากมีการสร้างเซลล์พิเศษขึ้นหลายชั้นที่โคนก้านใบเรียก abscission zone (ภาพที่ 8.10) ชั้นดังกล่าวประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาเป็นส่วนใหญ่กับเซลล์ที่มีผนังหนาอยู่ไม่กี่เซลล์ ทำให้ก้านใบส่วนนั้นเป็นจุดที่อ่อนแอที่สุด ในบริเวณที่กล่าวนี้ต่อมาเซลล์จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นทำให้เห็นมีลักษณะแตกต่างกันเป็นสองชั้น คือชั้นที่ติดกับกิ่งเรียกชั้น Protective ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังค่อนข้างหนา ถัดออกมาคือชั้น Separation ชั้นนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงบางอย่างเกิดขึ้นเป็นผลให้ใบร่วง เช่น เซลล์พองขึ้น มีเจลาตินมาพอก หรือมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผนังเซลล์เกิดขึ้น คือสารประกอบพวก calcium pectate ในชั้น middle lamella เกิดเปลี่ยนแปลงไปเป็นเพกทินที่ละลายน้ำได้ ทำให้เซลล์ลูโลสจับกันไม่สนิท นอกจากนี้อาจเกิดการละลายของผนังชั้นแรกของเซลล์ร่วมด้วย น้ำหนักของใบและแรงของลม ฝน จะมีส่วนช่วยให้ใบหลุดง่ายขึ้นตรงชั้นนี้ การร่วงอาจจะเกิดจากมีคอร์กเกิดขึ้นในบริเวณก้านใบ ทำให้ใบส่วนที่กล่าวเหี่ยวและหลุดออกแต่พบน้อยมาก นอกจากนี้ อาจจะเกิดจากมีฟังไจเป็นตัวเบียฬ โดยฟังไจจะย่อยสารประกอบพวกเพกทินเป็นอาหาร ทำให้เนื้อเยื่อของใบสลายตัวใบจะร่วง ในไม้ยืนต้นและไม้พุ่มหลายชนิด พบว่าชั้น separation จะเกิดโดยมีการแบ่งเซลล์ก่อนแล้วเซลล์ใหม่ที่เกิดขึ้นจึงเริ่มขบวนการสลายตัวของผนังเซลล์

จากการศึกษาในเร็ว ๆ นี้ พบว่าการร่วงของใบจะขึ้นกับอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมทั้งภายนอกและภายในของใบประกอบกัน (ตารางที่ 8.1 และ 8.2) เช่น แสงมีอิทธิพลต่อการร่วงของใบเห็นได้ชัด คือในฤดูร้อนกลางวันยาว ทำให้พืชได้รับแสงมากพอที่จะสร้างอาหารได้พอเพียง ใบของพืชผลัดใบจะร่วงน้อยกว่าในฤดูหนาวที่มีช่วงกลางวันสั้นกว่า ความแห้งแล้งของสิ่งแวดล้อมหรือน้ำท่วมก็มีผลให้ใบร่วงมากเช่นกัน

อิทธิพลที่เกิดจากภายในก็มีหลายอย่าง เช่น การที่เซลล์ถูกทำลายโดยความร้อนทำให้ใบร่วง ปริมาณของฮอร์โมนในต้นพืช ที่สำคัญคือ abscissic acid หรือ dormin ฮอร์โมนชนิดนี้ถ้ามีมากจะทำให้ใบร่วง ปกติจะพบฮอร์โมนนี้มีมากในฤดูหนาว และจะลดลงในฤดูร้อน ใน



ภาพที่ 8.10 แสดงตำแหน่งและการเปลี่ยนแปลงภายในที่เกิดขึ้นก่อนที่ใบจะร่วง ก. เขตที่ใบจะร่วง ข. เซลล์บริเวณ separation layer เริ่มแยกออก

ฤดูหนาวใบจึงร่วงมาก นอกจากนี้การขาดธาตุหรือสารบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับขบวนการเจริญเติบโตของพืชจะมีผลต่อการร่วงของใบด้วย เช่น การขาดออกซิเจนที่สำคัญมากต่อการหายใจของต้นไม้ทำให้พืชขาดพลังงาน หรือการขาดสารประกอบพวก กรดแอมิโน purine, auxins และ cytokinins ซึ่งจะไปกระทบกับขบวนการทางเคมีของเซลล์เหล่านี้จะนำไปสู่การร่วงของใบ

ตารางที่ 8.1 อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมภายนอกที่มีต่อการร่วงของใบ

factor	abscission promotion → / abscission retardation ←
temperature :	
moderate	→
light : heat or frost	→
extremes; heat or frost	←
light;	
photosynthesis; moderate	→
deficiency or excess	←
photoperiodic; long days	←
short days	→
water;	
drought or flooding	→
high humidity	→
gases;	
oxygen	→
carbon dioside	↔
ethylene	→
ammonia	→
mineral and soil factors;	
nitrogen	←
deficiencies of N, Zn, Ca, S, Mg, K, B, Fe,	→
excessive Zn, Fe, Cl, I	→
Salinity and allkalinity	↔
biotic factors;	
mites, thrips, other insects	→
parasitic fungi	→

(Adams, P. and et., in the Study of Botany, 1976)

ตารางที่ 8.2 อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมภายในที่มีต่อการร่วงของใบ

factor		internal effects; promotion → retardation ←
light;	photosynthesis	substrates →
		cell walls →
	long day	auxin →
		gibberellin →
		abscissic acid ←
	short day	auxin ←
		giberellin ←
		abscissic acid →
temperature;		metabolism →
		respiration →
water;	drought or flooding	degenerative changes →
	hige humidity	solubilization of the cell walls →
gases;	oxygen	respiration →
		IAA-oxdases →
	carbon dioxide	respiration ←
	ammonia	degenerative changes →
	ethylene	respiration →
		enzyme synthesis →
mineral factors; nitrogen		amina acids →
		auxin, cytokinin →
	calcium	calcium pectate →
	zinc	tryptophan, auxin →
	excessive Zn, Fe, etc.	degerative changes →
biotic factor;	Omphalia (a fungus)	IAA-oxidase →
	black spot (a fungus disease)	ethylene →
	insects	unknown abscission acceler ants

(Adams, P. and et., in the Study of Botany, 1976)

การเปลี่ยนสีของใบ

ก่อนที่ใบไม้จะร่วง โดยเฉพาะพวกไม้ผลัดใบที่อยู่ในเขตหนาว จะพบต้นไม้ใหญ่หลายชนิดเปลี่ยนสีใบเป็นสีเหลือง หรือสีแดง เนื่องจากในเม็ดคลอโรพลาสต์นั้น นอกจากจะมีคลอโรฟิลล์แล้วยังมีวัตถุสีเหลืองอีก 2 ชนิดคือแคโรทีน (Carotene) และแซนโทฟิลล์ (Xanthophyll) แฝงอยู่ด้วย แต่มองไม่เห็น เพราะคลอโรฟิลล์ที่มีจำนวนมากกว่ามาบดบังไว้ เมื่อคลอโรฟิลล์บางส่วนสลายตัวไป สีเหลืองที่แฝงอยู่แล้ว จะปรากฏออกมาปนกับสีแดงม่วงของแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ที่สร้างขึ้นใหม่ในไซโทพลาซึมของเซลล์ (Cell sap) ใบไม้หลายชนิดในฤดูใบไม้ร่วงจะเห็นใบมีสีแดงเนื่องจากมีแอนโทไซยานินปรากฏเพิ่มขึ้น ปกติพืชส่วนใหญ่ไม่มีแอนโทไซยานินในฤดูร้อน แต่จะมีเกิดขึ้นในฤดูหนาว (ARNETT and BRAUNGART, 1970) พืชชนิดเดียวกันจึงอาจมีสีต่างกันถ้าปลูกในต่างที่ เช่นปรากฏสีแดงในที่หนึ่งและในอีกที่หนึ่งไม่เห็น นอกจากนี้ พืชที่ขึ้นในดินที่แห้งแล้งที่มีไนโตรเจนน้อยและอุณหภูมิต่ำ พืชนั้นจะมีปริมาณของแอนโทไซยานินสูง ด้วยเหตุผลอันเดียวกันนี้ พืชในฤดูหนาวจึงมีใบสีแดงสดกว่าฤดูอื่น การที่สิ่งแวดล้อมทำให้พืชมีน้ำตาลสูงก็เป็นสาเหตุให้มีปริมาณของแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นมากด้วย