

บทที่ 9

โครงสร้างของพืชดอก

Structure of Flowering Plant

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาบทเรียนนี้แล้วนักศึกษาสามารถ

1. บอกชื่อเนื้อเยื่อเจริญของพืช
2. บอกชื่อเนื้อเยื่อถาวรของพืช
3. เขียนแผนผังแสดงเนื้อเยื่อเจริญของยอดและรากพืช
4. บอกส่วนประกอบของรากและเนื้อเยื่อของรากพืช
5. บอกส่วนประกอบของลำต้นและเนื้อเยื่อของลำต้นพืช
6. บอกส่วนประกอบของใบและเนื้อเยื่อของใบพืช

พืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างแตกต่างจากสัตว์ ตั้งแต่ระดับเซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ และระบบอวัยวะ เซลล์พืชมีพลาสติคเป็นออร์แกเนลล์ที่สัตว์ไม่มี พลาสติคมีสารสี (Pigment) ต่าง ๆ ซึ่งใช้ดูดพลังงานจากแสงนำมาใช้เปลี่ยนสารอนินทรีย์ให้เป็นสารอินทรีย์ได้ พืชจึงเป็นสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารด้วยตนเอง (Autotrophic Organisms) ผันเซลล์ของพืชประกอบด้วย สารเซลลูโลสซึ่งให้ความแข็งแรง เมื่อเซลล์ประกอบกันเป็นเนื้อเยื่อ จึงเป็นเนื้อเยื่อที่แข็งแรง พืชมีเนื้อเยื่อเจริญ (Meristematic) ที่ช่วยให้สามารถแบ่งตัวได้ตลอดเวลา จึงมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง เนื้อเยื่อของพืชมีการจัดกลุ่มเป็นท่อลำเลียง สารพวกเกลือแร่และน้ำ กับกลุ่มท่อลำเลียงอาหาร พืชชั้นสูงมีโครงสร้างที่ประกอบด้วย ราก ลำต้น และใบ ซึ่งมีท่อลำเลียงติดต่อกันตลอดทุกส่วน

9.1 เนื้อเยื่อของพืช (Plant Tissue)

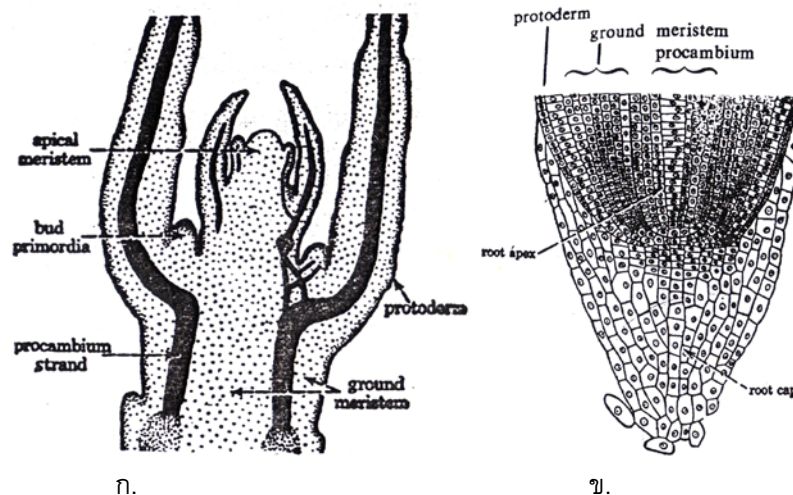
เนื้อเยื่อ (Tissue) คือ กลุ่มเซลล์ที่ทำหน้าร่วมกัน เนื้อเยื่อของพืชชั้นสูงพวกพืชดอก (Flowering Plant or Angiosperm) อาจจำแนกออกเป็น 2 ชนิด คือ เนื้อเยื่อเจริญ (Meristematic Tissue) และเนื้อเยื่อถาวร (Permanent Tissue)

เนื้อเยื่อเจริญ (Meristematic Tissue) คือ เนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์แบ่งตัว เป็นเซลล์ที่มีชีวิต ผนังเซลล์ บางส่วนใหญ่ เป็นเซลล์โลส มีนิวเคลียสใหญ่ แวกิวโอลเล็ก เซลล์อยู่ชิดกันมากจนไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ (Intercellular Space) พบอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของพืชใน 3 บริเวณ ได้แก่

1. เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย (Apical Meristem) ได้แก่ ปลายยอด กิ่ง ตา และปลายราก ทำหน้าที่ช่วยให้ส่วนต่าง ๆ ของพืชยืดยาวออกไป

2. เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง (Lateral Meristem) อยู่บริเวณด้านข้างลำต้นหรือราก ช่วยทำให้ลำต้นหรือราก ขยายออกทางด้านข้าง มีขนาดใหญ่ขึ้น เนื้อเยื่อนี้ คือ Vascular Cambium หรือ Cork Cambium

3. เนื้อเยื่อเจริญบริเวณข้อหรือเหนือข้อ (Intercalary Meristem) ช่วยให้ปล้องของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีความยาวขึ้น



รูปที่ 9.1.1 เนื้อเยื่อเจริญบริเวณปลายยอด (ก) และปลายราก (ข) ของพืช

นอกจากนี้อาจจำแนกเนื้อเยื่อเจริญตามการเกิดและเจริญเติบโต ได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่

1. Promeristem (Histogen) เป็นเนื้อเยื่อเจริญที่เกิดขึ้นใหม่ ประกอบด้วย เซลล์รูปร่างคล้าย ๆ กัน ขนาดเท่ากัน พบตามปลายยอด ราก กิ่งและตา

2. Primary Meristem เป็นเนื้อเยื่อเจริญที่ประกอบด้วยเซลล์ที่เปลี่ยนแปลงจาก Promeristem ที่ยอดพบในบริเวณที่ต่ำจากยอดลงมา ที่รากคือบริเวณเซลล์ยึดตัว เซลล์ในกลุ่มนี้จะเจริญเปลี่ยนแปลงไปมีลักษณะต่าง ๆ กัน กลายเป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว

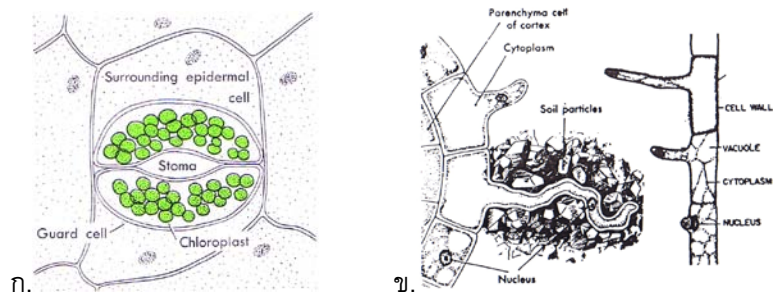
3. Secondary Meristem เป็นเนื้อเยื่อเจริญที่พบในรากและลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่ และพืชไร้ดอก (Gymnosperm) เป็นส่วนใหญ่ เป็นกลุ่มเซลล์ที่ทำให้รากและลำต้นขยายขนาดใหญ่ขึ้น เนื้อเยื่อเจริญชนิดนี้จะแบ่งตัวเจริญเติบโตและเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน

เนื้อเยื่อถาวร (Permanent Tissue) คือ เนื้อเยื่อที่เซลล์ไม่มีการแบ่งตัว มีรูปร่างแน่นอน เซลล์มีแวคิวโอลขนาดใหญ่ ผนังเซลล์หนาเนื่องจากมีการสะสมสารต่าง ๆ มากขึ้น จำแนกตามลักษณะของเซลล์ได้ 2 ชนิด คือ เนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว (Primary Permanent Tissue) และเนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน (Secondary Permanent Tissue)

เนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว (Primary Permanent Tissue) ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ชนิดเดียวกัน แบ่งเป็น 5 ชนิด ได้แก่

1. เอพิเดอร์มิส (Epidermis) เป็นเซลล์ผิว ประกอบด้วย เซลล์ชั้นเดียวอยู่นอกสุดของส่วนต่าง ๆ ไม่มีคลอโรพลาสต์ ยกเว้นเซลล์คุม (Guard Cell) แต่อาจมีสารสีชนิดอื่น ๆ เช่น Anthocyanin ละลายอยู่ในแวคิวโอลทำให้มีสีม่วง เช่น กระจับปี่สีม่วง หรือสารสีชนิดอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดสีต่าง ๆ ที่ใบ กลีบดอก หรือสีของลำต้น

เซลล์เอพิเดอร์มิส อาจเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะอย่าง เช่น เซลล์คุม มีรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่ว 2 เซลล์ที่ปากใบ ทำหน้าที่ควบคุมการปิด-เปิดปากใบ เพื่อการแลกเปลี่ยนแก๊ส เซลล์ขนราก (Root Hair) เป็นเซลล์เอพิเดอร์มิสของรากที่เปลี่ยนแปลงโดยยื่นผนังเซลล์ออกไปเป็นหลอด ทำให้เพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสกับดินและน้ำ จึงดูดน้ำและเกลือแร่ได้มากกว่าเซลล์ปกติ

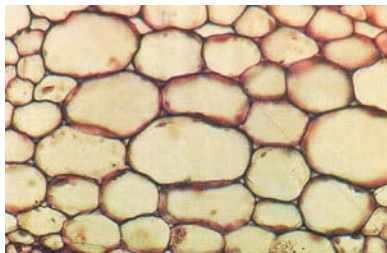


รูปที่ 9.1.2 เซลล์เอพิเดอร์มิสที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์คุม (ก) และขนราก (ข)

นอกจากนี้เอพิเดอร์มิสยังอาจเปลี่ยนไปเป็นขน (Hair) หรือต่อม (Gland) เพื่อผลิตสารต่าง ๆ เอพิเดอร์มิสเป็นเซลล์ที่อยู่ชั้นนอกสุด จึงทำหน้าที่ป้องกันอันตรายให้กับ

เนื้อเยื่อภายใน ช่วยป้องกันการระเหยของน้ำ ช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊ส ช่วยดูดน้ำและเกลือแร่

2. พาเรนไคมา (Parenchyma) เป็นเซลล์ที่มีชีวิต มีรูปร่างต่าง ๆ หลายแบบ ส่วนใหญ่เป็นทรงกระบอก มีผนังบาง แวคิวโกลใหญ่เกือบเต็มเซลล์ เป็นเซลล์ที่มีมากที่สุดของพืช เป็นเซลล์พื้นฐานที่อยู่ทุกส่วนของพืช โดยเฉพาะส่วนที่อ่อนนุ่มและอมน้ำจะมีมากเป็นพิเศษ



รูปที่ 9.1.3 เซลล์พาเรนไคมา
(จาก George B. Johnson, 1997)

เซลล์พาเรนไคมา เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่หลายอย่าง เซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ (Chlorenchyma) สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ ทำหน้าที่สะสมอาหาร (Reserved Parenchyma) เช่น แป้ง โปรตีน และไขมัน บางกลุ่มทำหน้าที่เป็นต่อมสร้างสาร เช่น น้ำมันหอมระเหย ทำหน้าที่ช่วยในการหายใจ ช่วยขนส่งลำเลียง และอาจเปลี่ยนมาเป็น

เนื้อเยื่อเจริญได้ใหม่ ในบริเวณที่เกิดบาดแผลทำให้มีการแบ่งเซลล์ขึ้นมาซ่อมแซมเนื้อเยื่อ

3. คอลเลนไคมา (Collenchyma) เป็นเซลล์ที่ผนังเซลล์มีความหนาไม่สม่ำเสมอ แบ่งเป็น 3 ชนิด ได้แก่

Angular Collenchyma

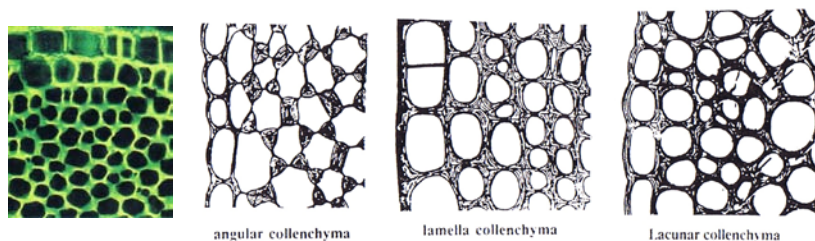
ผนังเซลล์มีความหนายู่ที่มุมเซลล์

Lamella Collenchyma

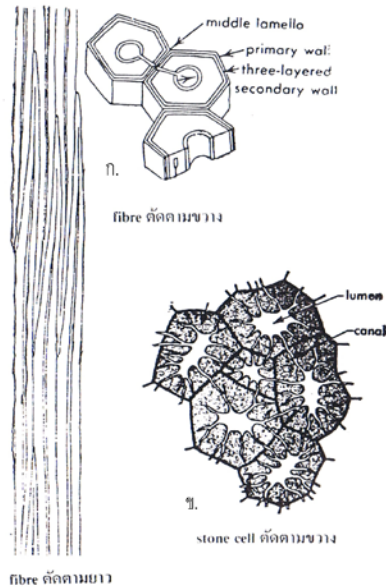
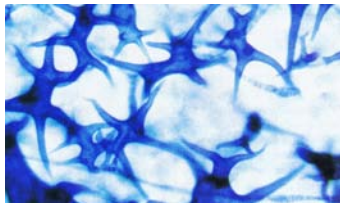
ผนังเซลล์มีความหนาด้าน Tangential Wall

Lacuna หรือ Tubular Collenchyma ผนังเซลล์มีความหนาทางด้านที่อยู่ติดกับ

ช่องว่างระหว่างเซลล์



รูปที่ 9.1.4 เซลล์คอลเลนไคมาชนิดต่าง ๆ (จาก George B. Johnson, 1997)



รูปที่ 9.1.5 เซลล์สเคลอเรนไคมาชนิดต่าง ๆ เซลล์ไฟเบอร์ (ก) เซลล์สโตน (ข)
(จาก George B. Johnson, 1997)

4. สเคลอเรนไคมา (sclerenchyma) เป็นเซลล์ที่ตายแล้ว ผนังเซลล์หนามาก ประกอบด้วยเซลลูโลสและลิกนิน (Lignocellulose Wall) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อที่มีความแข็งแรงมาก จัดเป็นโครงกระดูกของพืช (Plant Skeleton) แบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ เซลล์ไฟเบอร์ (Fiber) และเซลล์สโตน (Stone Cell)

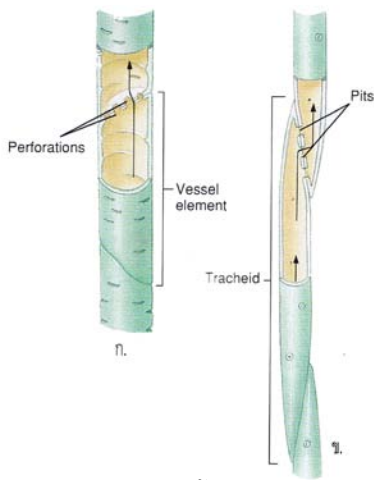
ไฟเบอร์ (Fiber) เป็นเซลล์ที่มีลักษณะเป็นเส้นใย ประกอบด้วยเซลล์รูปร่างยาวเรียว ปลายแหลม มีช่องว่างภายในเซลล์เล็กมาก เรียก ลูเมน (Lumen) เป็นเซลล์ช่วยพยุงลำต้นให้ตั้งตรงแข็งแรง

เซลล์สโตน (Stone Cell or Scleried) เป็นเซลล์รูปร่างกลมหรือเหลี่ยม หรือเป็นท่อนสั้น ๆ ช่วยให้ความแข็งแรงแก่ส่วนต่าง ๆ ของพืช พบมากตามส่วนแข็ง เช่น กะลามะพร้าว เมล็ดพุทรา เนื้อของผลที่สากหรือมีเสี้ยน เช่น ผลสาเก เนื้อน้อยหน่า และฝรั่ง เป็นต้น

5. คอร์ก หรือ เฟลเลม (Cork or Phellem) เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกของลำต้นและรากที่อายุมาก พวกไม่ยืนต้น เป็นกลุ่มเซลล์ที่ตายแล้ว มีสีน้ำตาลซึ่งเกิดจากสารซูเบอร์ิน (Suberin) ที่เซลล์ผลิตออกมาเคลือบลิกนินไว้ เนื่องจากซูเบอร์ินเป็นสารพวกไข จึงช่วยป้องกันไม่ให้น้ำผ่านเข้าสู่เนื้อเยื่อภายในได้ นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการระเหยของน้ำภายในลำต้น ป้องกันความร้อน เย็น และอันตรายจากภายนอกอีกด้วย

เนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน (Secondary Permanent Tissue) คือ เนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์หลายชนิดที่ทำหน้าที่ร่วมกัน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มท่อลำเลียงน้ำ (Xylem) และกลุ่มท่อลำเลียงอาหาร (Phloem)

กลุ่มท่อลำเลียงน้ำ (Xylem) ประกอบด้วยเซลล์ 4 ชนิด ได้แก่



รูปที่ 9.1.6 เซลล์ท่อน้ำ เวสเซล (ก) และ เทรคีด (ข) (จาก George B. Johnson, 1997)

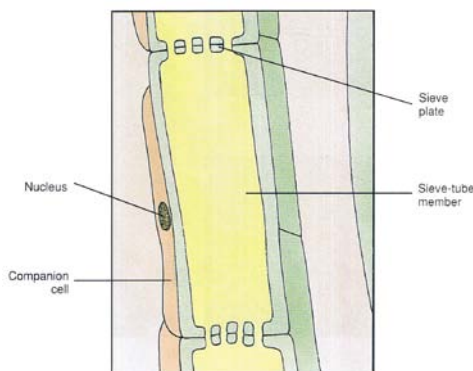
1. เทรคีด (Tracheid) เป็นเซลล์รูปร่างยาว ทรงกระบอก ปลายค่อนข้างแหลม เมื่อเจริญเต็มที่เซลล์จะตาย โปรโตพลาสซึมสลายไป เกิดช่อง Lumen ขนาดใหญ่ ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและเกลือแร่ ผ่านรูด้านข้างของเซลล์

2. เวสเซล เมมเบอร์ (Vessel Member) เป็นเซลล์เดี่ยว มีช่อง Lumen ใหญ่ ผนังเซลล์หนากว่าเตรคีด ผนังเซลล์ด้านข้างและด้านปิด มีรูพรุนทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและเกลือแร่ได้ดี

3. ไซเลม พARENไคมา (Xylem Parenchyma) เป็นเซลล์ที่มีรูปร่างคล้ายเซลล์พARENไคมาทั่วไป จึงทำหน้าที่สะสมอาหารพวกแป้ง น้ำมัน และช่วยลำเลียงน้ำและเกลือแร่

4. ไซเลม ไฟเบอร์ (Xylem Fiber) เป็นเซลล์รูปร่างยาวที่เปลี่ยนแปลงมาจากเตรคีด ทำหน้าที่ค้ำจุนให้ความแข็งแรงและช่วยเวสเซลในการลำเลียงน้ำและเกลือแร่ได้ด้วย

กลุ่มท่อลำเลียงอาหาร (Phloem) เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ลำเลียงอาหาร ประกอบด้วยเซลล์ 4 ชนิด ได้แก่



รูปที่ 9.1.7 เซลล์ท่ออาหารซีฟทิวบ์เมมเบอร์ (จาก George B. Johnson, 1997)

1. ซีฟ ทิวบ์ เมมเบอร์ (Sieve Tube Member) เป็นเซลล์ที่มีชีวิต รูปร่างยาวทรงกระบอก ปลายเซลล์เป็นแผ่นเอียง และมีรูพรุน (Sieve Plate) ทำให้ไซโตพลาสซึมไหลผ่านระหว่างเซลล์ได้ จึงเป็นเซลล์ที่ลำเลียงอาหารได้ดี

2. เซลล์คอมพานีเยน (Companion Cell) เป็นเซลล์ที่มีกำเนิดมาจากเซลล์ชนิดเดียวกับซีฟทิวบ์เมมเบอร์ เป็นเซลล์มีชีวิต สร้างเอนไซม์ให้ซีฟ ทิวบ์

3. โพลีเอม พาราไคมา (Phloem Parenchyma) เป็นเซลล์มีชีวิต ผ่องบาง ทำหน้าที่สะสมอาหาร น้ำยาง น้ำมัน และช่วยลำเลียงอาหาร

4. โพลีเอม ไฟเบอร์ (Phloem Fiber) เป็นเซลล์รูปร่างยาว รี มี Lumen ทำหน้าที่เสริมความแข็งแรงของท่ออาหาร

9.2 ราก (Root)

ราก เป็นส่วนที่เจริญลงดินเข้าหาแรงโน้มถ่วงของโลก (Positive Gravitropism) ประกอบด้วย เซลล์ที่ไม่มีคลอโรพลาสต์ จึงไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง รากแรกเกิด (Radicle) เป็นรากที่งอกออกมาจากเมล็ดเป็นครั้งแรก และเติบโตเป็นรากแก้ว (Primary Root หรือ Tap Root) ซึ่งมีการแตกแขนงออกทางด้านข้าง เรียกว่า รากแขนง (Secondary or Lateral Root)

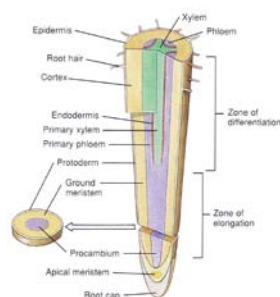
หน้าที่ของราก

รากมีหน้าที่สำคัญ 2 ประการ คือ ยึดพื้นดิน (Anchorage) และดูดน้ำและเกลือแร่ (Absorption) นอกจากนี้รากยังทำหน้าที่อื่น ๆ เช่น ช่วยในการลำเลียง (Transportation) เก็บสะสมอาหาร (Storage) การหายใจ (Respiration) การสืบพันธุ์ (Reproduction) และสร้างอาหาร ถ้ามีคลอโรพลาสต์

โครงสร้างภายในและการเจริญเติบโตของราก

การเจริญระยะแรกของราก (Primary Growth of Root)

บริเวณปลายรากเป็นเนื้อเยื่อเจริญ เซลล์แบ่งตัวได้ตลอดเวลา และเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเยื่อถาวร ทำให้รากยาวขึ้น แต่ยังคงสภาพของเนื้อเยื่อเจริญไว้ที่ปลายรากเสมอ แบ่งได้เป็น 4 บริเวณ



รูปที่ 9.2.1 บริเวณต่าง ๆ ของราก
(จาก George B. Johnson, 1997)

1. หมวกราก (Root Cap) เป็นบริเวณปลายสุดของราก ประกอบด้วย เซลล์เรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ ทำให้เห็นเป็นเยื่อบาง ๆ ห่อหุ้มเซลล์ที่เกิดขึ้นใหม่ หมวกรากจึงเป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายให้กับเซลล์ที่อยู่ข้างใน เมื่อรากแทงลงไปในดิน เซลล์หมวกรากจะฉีก

ขาดและกลายเป็นเมือก ช่วยให้รากงอตัวได้สะดวก ในพืชน้ำจืดไม่มีหมวกราก

2. บริเวณเนื้อเยื่อเจริญ หรือบริเวณเซลล์แบ่งตัว (Meristematic or Zone of Cell Division) เนื้อเยื่อ Promeristem ที่เซลล์แบ่งตัวตลอดเวลา เซลล์ส่วนหนึ่งเปลี่ยนไปเป็นหมวกราก แต่เซลล์ส่วนใหญ่เจริญไปเป็นเซลล์ในบริเวณถัดไป

3. บริเวณเซลล์ยืดตัว (Zone of Elongation) เป็นบริเวณที่เซลล์เนื้อเยื่อเจริญระยะแรก (Primary Meristem) มีการเจริญเติบโตและขยายขนาดทำให้รากยาวมากขึ้น ซึ่งจัดกลุ่มเซลล์ได้เป็น 3 บริเวณ ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเยื่อ 3 ชนิด ได้แก่

1) โพรโตเดิร์ม (Protoderm) เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่นอกสุด ซึ่งต่อไปจะเปลี่ยนไปเป็นชั้นผิว (Epidermis)

2) โพรแคมเบียม (Procambium) เป็นเนื้อเยื่อส่วนกลางของรากที่จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นไซเลมระยะแรก (Primary Xylem) แคมเบียม (Cambium) และโฟลเอ็มระยะแรก (Primary Phloem)

3) เนื้อเยื่อเจริญพื้น (Ground Meristem) เป็นเนื้อเยื่อที่เป็นพื้นของรากที่จะเปลี่ยนไปเป็นชั้นคอร์เทกซ์ (Cortex) และพิต (Pith) ของราก

4. บริเวณเซลล์เติบโตเต็มที่ หรือ บริเวณขนราก (Zone of Maturation or Differentiation or Root Hair Zone) เป็นบริเวณที่เซลล์เจริญเต็มที่ และเปลี่ยนแปลงเซลล์ที่มีรูปร่างต่าง ๆ กลายเป็นเนื้อเยื่อถาวรระยะแรก (Primary Permanent Tissue) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ได้แก่

1) ชั้นเอพิเดอร์มิส (Epidermis) เปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อโปรโตเดิร์ม เซลล์มีการเปลี่ยนแปลงไป ขนราก (Root Hair) ซึ่งมีลักษณะเป็นหลอดยาวเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดน้ำและเกลือแร่

2) ชั้นคอร์เทกซ์ (Cortex) เปลี่ยนแปลงมาจาก Ground Meristem เป็นชั้นที่กว้างมาก และกว้างกว่าในลำต้น ประกอบด้วย เซลล์พาเรนไคมาเป็นส่วนใหญ่และมักเป็น Reserved Parenchyma เนื้อเยื่อชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ คือ เอนโดเดอริส (Endodermis) รากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะเห็น Endodermis เป็นแนวชัดเจน และเห็น Casparian Strip ชัดกว่าในรากพืชใบเลี้ยงคู่

3) ชั้นสตีล (Stele) เป็นเนื้อเยื่อที่เปลี่ยนแปลงมาจากโปรแคมเบียม ประกอบด้วยเนื้อหลายชั้น ได้แก่

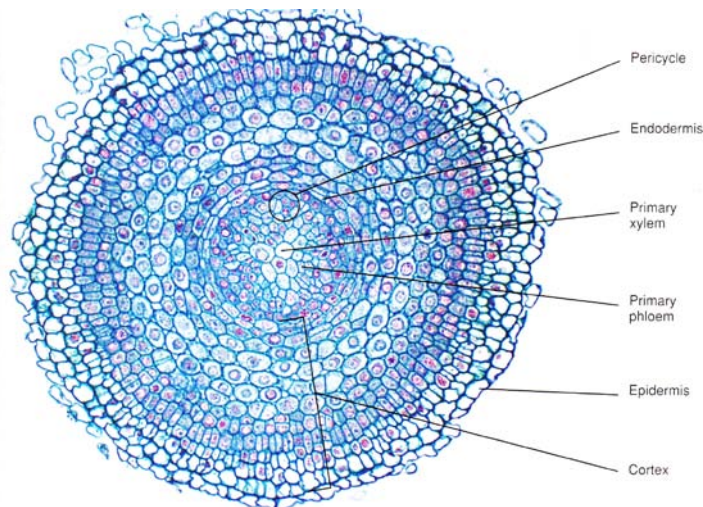
เพอริไซเคิล (Pericycle) เป็นเซลล์พาราเรโนโคมาแถวเดียว อาจเปลี่ยนมาเป็นเนื้อเยื่อเจริญได้อีก เพื่อแบ่งเซลล์สร้างรากแขนง และ Secondary Permanent Tissue รากพืชใบเลี้ยงคู่มักเห็นเพอริไซเคิลไม่ชัด เนื่องจากการจัดเรียงตัวของเซลล์ไม่เป็นวงที่เป็นระเบียบ

เนื้อเยื่อวาสคิวลาร์ (Vascular Tissue) เป็นเนื้อเยื่อที่เจริญมาจากโปรแคมเบียม เซลล์จัดเรียงตัวเป็นรัศมี ประกอบด้วย

Primary Xylem จัดเรียงตัวเป็นแฉก รากพืชใบเลี้ยงคู่มีไม่เกิน 5 แฉก รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีมากกว่า 5 แฉก

Primary Phloem เป็นเซลล์ที่จัดเรียงตัวอยู่ระหว่างรัศมีของไซเลมระหว่างกลุ่มของไซเลมและโฟลเอ็มในพืชใบเลี้ยงคู่ มีโปรแคมเบียม 1 ชั้น หรือมากกว่าคั่นอยู่ ซึ่งจะมีการเจริญระยะที่สองไปเป็นแคมเบียม ส่วนในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว พืชใบเลี้ยงเดี่ยวไม่มีการเจริญระยะที่สอง โปรแคมเบียมจะเจริญไปเป็นเซลล์สเคอเรนโคมา

4) พิต (Pith) เป็นเซลล์พาราเรโนโคมาที่อยู่ชั้นในสุดของราก เป็นส่วนที่เจริญมาจากโปรแคมเบียม



รูปที่ 9.2.2 รากบริเวณเนื้อเยื่อถาวรระยะแรกตัดตามขวาง (จาก George B. Johnson, 1997)

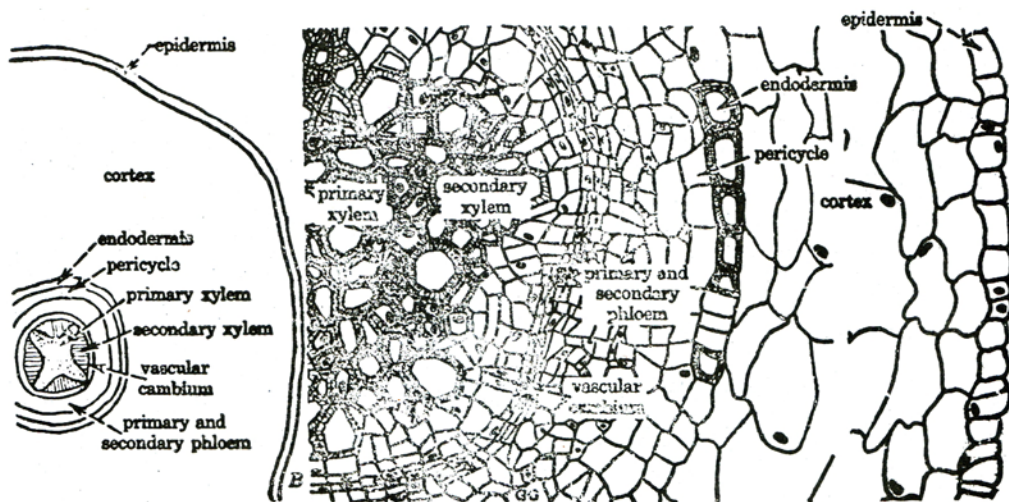
การเจริญระยะที่สองของราก (Secondary Growth of Root)

การเจริญระยะที่สอง หมายถึง การเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของพืชจากเนื้อเยื่อระยะเจริญระยะที่สอง (Secondary Meristem) ไปเป็นเนื้อเยื่อ

ถาวรระยะที่สอง (Secondary Permanent Tissue) เพื่อเพิ่มขนาดทางกว้างการเจริญเติบโตที่รากทำให้รากขยายขนาดกว้างขึ้น

การเจริญระยะที่สองของรากเกิดบริเวณเหนือขนราก โดยเซลล์วาสคิวลาร์แคมเบียมที่คั่นอยู่ระหว่าง Primary Xylem กับ Primary Phloem แบ่งไมโทซิสเจริญไปเป็น Secondary Xylem ทางด้านใน และ Secondary Phloem ออกมาด้านนอก ทำให้รากขยายออกทางด้านข้าง มีขนาดใหญ่ขึ้น

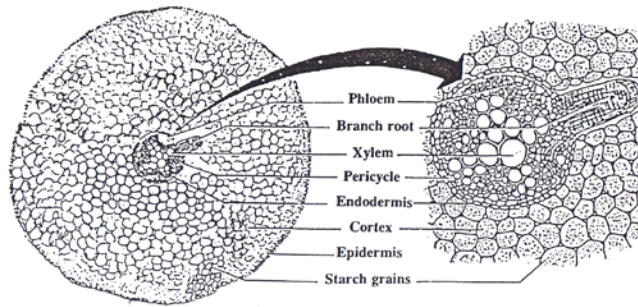
นอกจากที่แคมเบียมแล้ว ยังมีการเจริญที่ คอร์ก แคมเบียม (Cork Cambium) ซึ่งเกิดจากเซลล์เพอริไซเคิล แปรสภาพเป็นเนื้อเยื่อเจริญ แล้วแบ่งตัวเป็นเซลล์คอร์กแคมเบียม ซึ่งจะแบ่งเซลล์ เซลล์ด้านนอกจะสร้างเป็นคอร์ก (Cork หรือ Phellem) ออกมาทางด้านนอก เซลล์ด้านในจะสร้างเป็นเซลล์เฟลโลเดิร์ม (Phelloderm) เนื้อเยื่อทั้งสามชั้นนี้รวมเรียกว่า เพอริเดิร์ม (Periderm)



รูปที่ 9.2.3 รากตัดตามขวางบริเวณเนื้อเยื่อถาวรระยะที่ 2

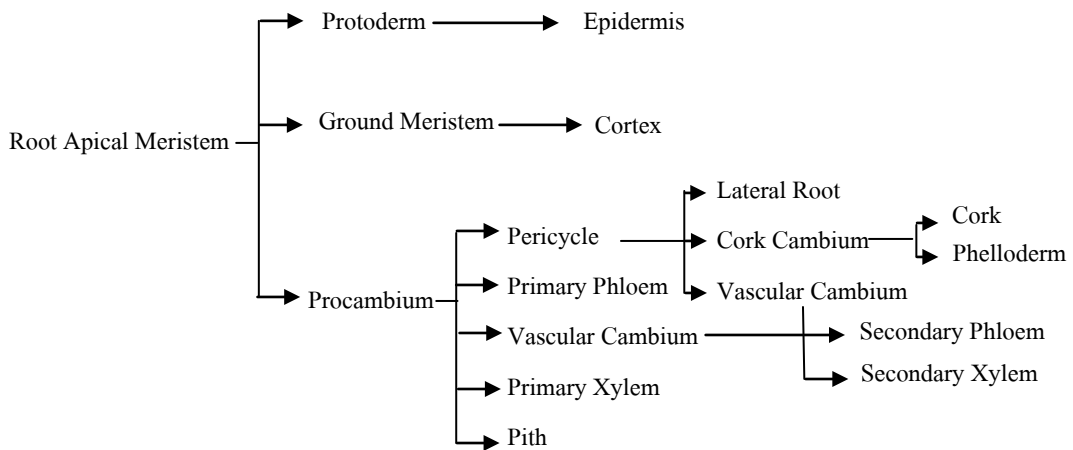
การเกิดรากแขนง (Lateral or Branch Root)

รากแขนง เกิดจาก เซลล์ชั้นเพอริไซเคิลแปรสภาพเป็นเนื้อเยื่อเจริญ แบ่งตัวอย่างรวดเร็ว เซลล์ที่แบ่งได้จะสร้างเอนไซม์ย่อย เนื้อเยื่อเอนโดเดอริมีสและคอร์กเทกซ์ต้นตัวออกมาด้านนอก ขณะเดียวกันเซลล์ของรากแขนงจะแบ่งตัวและเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ จนมีโครงสร้างเหมือนกับรากเดิม



รูปที่ 9.2.4 รากตัดขวางบริเวณที่เกิดรากแขนง

สรุปการเจริญเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อในรากพืชใบเลี้ยงคู่



ชนิดของราก (Type of Root)

รากแบ่งตามการเกิด ได้ 3 ชนิด ได้แก่

1. รากแก้ว (Primary or Tap Root) มีกำเนิดมารากแรกเกิด (Radicle) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการทรงตัวของพืช
2. รากแขนง (Secondary or Lateral Root) มีกำเนิดมารากแก้ว
3. รากพิเศษ (Asventitious Root) เป็นรากที่เกิดจากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ข้อ กิ่ง ใบ หรือกิ่งตอน ไม่ได้เกิดจาก Radicle

รากแบ่งตามรูปร่างและหน้าที่ ได้แก่

1. รากฝอย (Fibrous Root) เป็นรากที่มีขนาดเท่ากัน งอกจากข้อโคนต้น แทนรากแก้วที่ตายไป ส่วนใหญ่เป็นรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น ข้าว หญ้า ข้าวโพด มะพร้าว และพบในพืชใบเลี้ยงคู่บางชนิด เช่น ต้อยติ่ง มันเทศ มันสำปะหลัง

2. รากค้ำจุน (Prop Root) เป็นรากที่แตกออกจากข้อลำต้นที่อยู่ใต้ดิน และเหนือดิน ทแยงลงดิน ช่วยพยุงลำต้นไม่ให้ล้ม เช่น ข้าวโพด เตย ลำเจียก โกงกาง

3. รากเกาะ (Climbing Root) เป็นรากที่แตกออกมาจากข้อของลำต้น เกาะกับหลักช่วยให้ลำต้นขึ้นไปอยู่ในที่สูง เช่น พลู พริกไทย พลูต่าง กล้วยไม้

4. รากสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthetic Root) เป็นรากที่แตกจากข้อลำต้นหรือกิ่ง ห้อยอยู่ในอากาศ มีคลอโรฟิลล์ สังเคราะห์ด้วยแสงได้ เช่น กล้วยไม้ ไทร โกงกาง กร่าง

5. รากหายใจ (Respiratory Root) เป็นรากแขนงที่งอกจากรากใหญ่ที่แทงลงดิน แล้วงอกชูปลายขึ้นเหนือดินหรือน้ำ บางชนิดลอยอยู่ตามน้ำ เรียกว่า รากทุ่นลอย (Pneumatophore) เช่น ลำพู แสม โกงกาง แพงพวยน้ำ ผักกระเฉด กล้วยไม้

6. รากกาฝาก (Parasitic Root) เป็นรากที่เกาะกับพืชชนิดอื่น โดยแทงรากเส้นเล็ก ๆ ลงไปในลำต้นของต้นอาศัย (Host) เข้าไปในท่อน้ำและท่ออาหารเพื่อดูดน้ำและอาหารส่งไปให้รากใหญ่ รากที่ทำหน้าที่ดูดน้ำอาหารนี้คือ Haustorium Root ได้แก่ กาฝาก ฝอยทอง

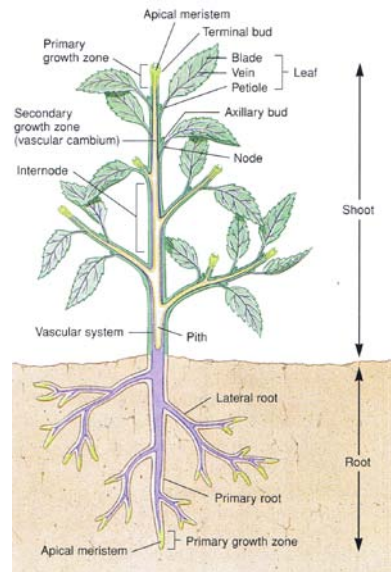
7. รากหนาม (Thorn Root) ลักษณะคล้ายหนาม งอกจากบริเวณข้อโคนต้น ช่วยป้องกันลำต้น เช่น ปาล์มบางชนิด

8. รากสะสมอาหาร (Storage Root) มีทั้งรากแก้วและรากแขนงที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นหัว สะสมอาหาร พวกแป้ง และน้ำตาล พวกที่เก็บสะสมในรากแก้ว เช่น หัวผักกาด แดง แครอท ไซเท้า พวกที่สะสมในรากแขนง เช่น มันเทศ มันแกว มันสำปะหลัง กระจ่าง

9.3 ลำต้น (Stem)

ลำต้น คือ ส่วนที่เจริญอยู่เหนือดินเป็นส่วนใหญ่ และเจริญต้านแรงโน้มถ่วงของโลก (Negative Gravitropism) ประกอบด้วย ข้อ (Node) ซึ่งพองโตกว่าส่วนอื่นมีใบและกิ่งเจริญออกมา และปล้อง (Internode) เป็นส่วนที่อยู่ระหว่างข้อทั้งสอง พืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะปรากฏข้อปล้องชัดเจน พืชใบเลี้ยงคู่มีคอร์ริมาหุ้มทำให้ไม่ปรากฏข้อปล้องชัดเจน

ลำต้นเจริญมาจากลำต้นอ่อน (Caulicle) ของเอ็มบริโอ ประกอบด้วย ต้นอ่อนเหนือใบเลี้ยง (Epicotyl) กับต้นอ่อนใต้ใบเลี้ยง (Hypocotyl) มียอดอ่อน (Plumule) ซึ่งประกอบด้วย ใบและตาอ่อน (Embryonic Bud) ที่จะเจริญไปเป็นลำต้น และใบลำต้นมีตಾಯอด (Terminal Bud) ที่จะเจริญเติบโตให้ลำต้นสูงขึ้น และตาข้างลำต้นหรือตาซอกใบ (Lateral or Axillary Bud) ที่ทำให้กิ่งยาวขึ้น ทั้งตಾಯอดและตาข้างสามารถพัฒนาไปเป็นดอกได้ เรียกว่า ตาดอก (Flower Bud) รอยแตกเล็ก ๆ ที่ลำต้น เรียกว่า ตา (Lenticel) ช่วยในการหายใจ ซึ่งพบในพืชบางชนิด



รูปที่ 9.3.1 ส่วนประกอบของต้นพืช (จาก George B. Johnson, 1997)

หน้าที่ของลำต้น

1. ค้ำจุน (Supporting) เป็นแกนพยางส่วนต่าง ๆ ได้แก่ กิ่ง ก้าน ใบ และดอก
2. ลำเลียงสาร (Transportation) เป็นตัวกลางลำเลียงน้ำ เกลือแร่ และอาหาร
3. สร้างเนื้อเยื่อใหม่ (Stem Produce New Living Tissues) ได้แก่ ใบ ดอก ผล
4. หน้าที่พิเศษ ได้แก่ สะสมอาหาร สืบพันธุ์ สังเคราะห์ด้วยแสง ช่วยยึดเกาะ ฯลฯ

โครงสร้างภายในและการเจริญของลำต้น

ลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่

ลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่ แบ่งการเจริญเป็น 2 ระยะ คือ การเจริญระยะแรก (Primary Growth) และการเจริญระยะที่สอง (Secondary Growth)

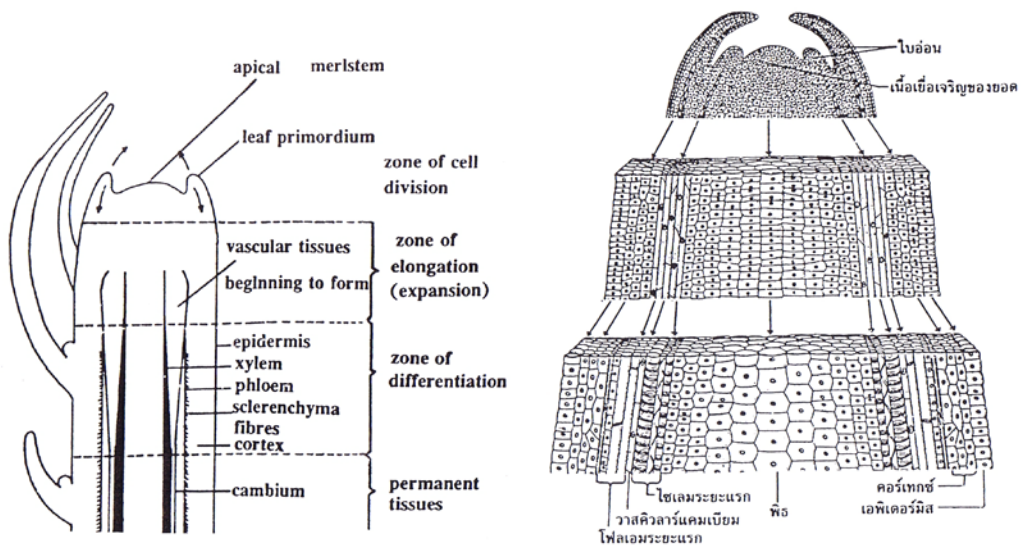
การเจริญระยะแรกของลำต้น (Primary Growth)

ปลายยอดเป็นเนื้อเยื่อเจริญที่มีการแบ่งไมโทซิสตลอดเวลา และเปลี่ยนไปเป็นเนื้อเยื่อต่าง ๆ 3 บริเวณ

1. บริเวณเนื้อเยื่อเจริญ (Meristematic Zone หรือ Zone of Cell Division) เป็นบริเวณที่เซลล์แบ่งไมโทซิสได้เซลล์เกิดใหม่จำนวนมาก

2. บริเวณเซลล์ยืดตัว (Elongation Zone) เซลล์เติบโตขึ้นและเริ่มจัดกลุ่มเซลล์เป็นเนื้อเยื่อเจริญระยะแรก (Primary Meristematic Tissues) 3 ชนิด ได้แก่ Protoderm เป็นเนื้อเยื่อเซลล์ชั้นเดียวอยู่นอกสุด Ground Meristem เป็นเนื้อเยื่อพื้นทั้งหมด และ Procambium เป็นเนื้อเยื่อเจริญเป็นกลุ่มแทรกอยู่ตามเนื้อเยื่อเจริญพื้น

3. บริเวณเซลล์เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะ (Zone of Differentiation) เป็นบริเวณที่เนื้อเยื่อ 3 ชนิดในบริเวณเซลล์ยืดตัว เปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเยื่อถาวรระยะแรก (Primary Permanent Tissue) ได้แก่ Epidermis เป็นเซลล์ผิวที่เปลี่ยนมาจาก Protoderm Cortex และ Pith เปลี่ยนมาจาก Ground Meristem และ Vascular Bundle ซึ่งประกอบด้วย Primary Xylem อยู่ด้านใน Primary Phloem อยู่ด้านนอก ตรงกลางคือ Cambium ทั้งหมดนี้เปลี่ยนมาจาก Procambium

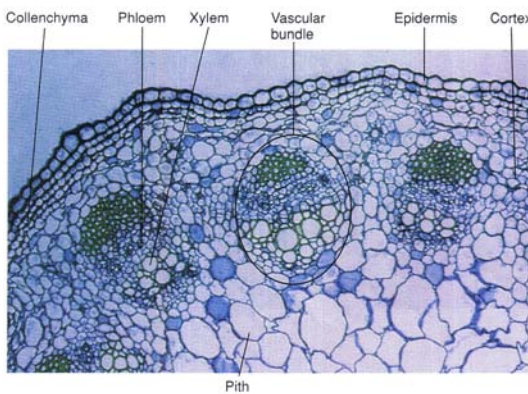


รูปที่ 9.3.2 เนื้อเยื่อบริเวณปลายยอด

การเจริญระยะที่สองของลำต้น (Secondary Growth)

การเจริญระยะที่สองเป็นการเจริญของแคมเบียม และคอร์ก แคมเบียมซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญระยะที่สอง (Secondary Meristem)

แคมเบียม (Cambium) แบ่งตัวสร้างเป็น Secondary Xylem เจริญเข้าข้างใน ซึ่งสร้างได้มากและสร้าง Secondary Phloem ออกมาด้านนอก การเจริญของแคมเบียมทำให้ลำต้นขยายออกทางด้านข้างลำต้นจึงใหญ่ขึ้น เนื้อเยื่อตั้งแต่ Secondary Xylem



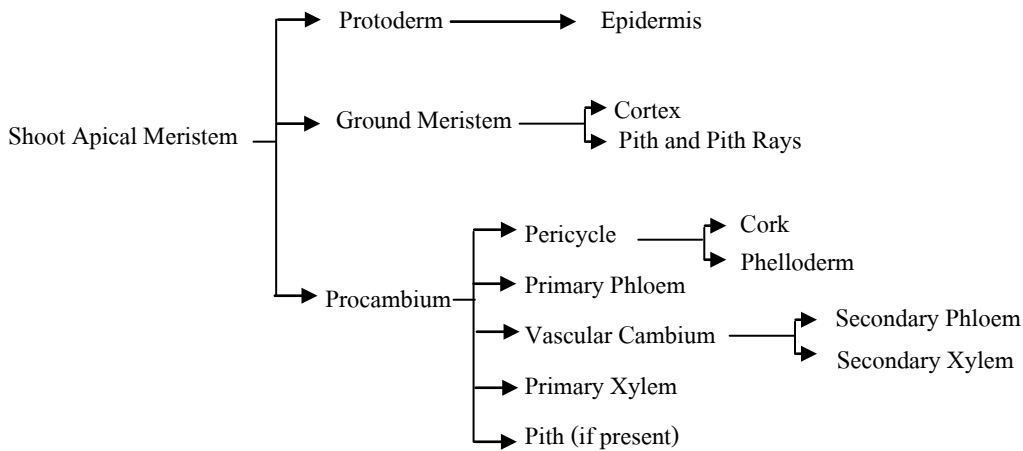
รูปที่ 9.3.3 ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ตัดตามขวาง
(จาก George B. Johnson, 1997)

จนถึงแกนในสุด (Pith) เป็นส่วนที่แข็ง เรียกว่า เนื้อไม้ (Wood) เนื้อเยื่อตั้งแต่แคมเบียม ออกมาข้างนอกเป็นเซลล์ที่บอบบางลอกออกได้ง่าย เรียกว่าเปลือกไม้ (Bark)

คอร์ก แคมเบียม (Cork Cambium) หรือ เฟลโลเจน (Phellogen) เป็นเซลล์ที่เกิดจากเซลล์พาเรนไคมา และเซลล์คอลเลินไคมาในชั้นคอร์เทกซ์ เปลี่ยนมาเป็นเซลล์เนื้อเยื่อเจริญ แบ่งตัวแล้วสร้างเป็น

คอร์ก ออกมาทางด้านนอก โดยต้นเซลล์เอพิเดอร์มิส ให้หลุดออกไป เซลล์คอร์กมีอายุสั้น จะสลายตัวให้สารซูเบอร์ิน (Suberin) ซึ่งมีสีน้ำตาลหุ้มลำต้นไว้ ต้นไม้ที่อายุมากจึงมีคอร์กอยู่ด้านนอกและมีสีน้ำตาล ซูเบอร์ินช่วยป้องกันน้ำ และการระเหยของน้ำ ป้องกันความร้อน การทำลายของแมลงและเชื้อโรค

สรุปการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อในลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่



การเกิดวงปี (Annual Ring)



รูปที่ 9.3.4 วงปีของพืช

(จาก George B. Johnson, 1997)

วงปี เกิดจาก Secondary Xylem เกิดใหม่ ที่เจริญเติบโตต่างกันในทุกฤดูน้ำมาก กับฤดูแล้ง ในฤดูน้ำมากพืชดูดน้ำจากดินมาก เซลล์แคมเบียมแบ่งตัวได้เร็ว ได้ Secondary Xylem จำนวนมาก เซลล์มีขนาดใหญ่ ผนังเซลล์บางไม่แข็งแรง เพราะมีเวลาสะสมลิกนินน้อย เนื้อไม้ในฤดูนี้เรียกว่า Spring Wood ส่วนฤดูแล้งรากดูดน้ำจากดินได้น้อย การสังเคราะห์ด้วยแสงน้อย เพราะมีใบเหลืออยู่น้อย เซลล์แคมเบียมจึงขาดทั้งน้ำและอาหาร

ทำให้แบ่งตัวช้าได้ Secondary Xylem จำนวนน้อย เซลล์มีขนาดเล็ก แต่ผนังเซลล์หนาแข็งแรง เรียกเนื้อไม้ในฤดูนี้ว่า Summer Wood ในช่วงเวลา 1 ปี จึงเกิดวงปี 1 วง ที่ประกอบด้วยเนื้อไม้ 2 ชนิด คือ Spring Wood มีพื้นที่กว้างสีจาง กับ Summer Wood มีพื้นที่แคบสีเข้ม

กระพี้ (Sap Wood) และแก่น (Heart Wood)

ต้นไม้ที่มีอายุมาก เนื้อไม้จะมีสีแตกต่างกันเป็น 2 บริเวณ คือ เนื้อไม้ส่วนนอกมีสีค่อนข้างอ่อน เรียกว่า กระพี้ เป็นเนื้อไม้ที่เกิดใหม่อายุน้อยยังลำเลียงน้ำและเกลือแร่ได้ มี

สารตกค้างอยู่ในท่อน้ำน้อยจึงมีสีอ่อน เนื้อไม้ไม่แข็งมาก เมื่อต้นไม้มีอายุมากขึ้นกระพี้จะเปลี่ยนไปเป็นแก่น เป็นเนื้อไม้ที่เกิดมานานไม่ลำเลียงน้ำและเกลือแร่ มีสารตกค้างอยู่ในท่อน้ำมาก เช่น ยาง น้ำมัน แทนนิน หรือ สารสีต่าง ๆ ทำให้มีสีเข้มและแข็งแกร่งมาก

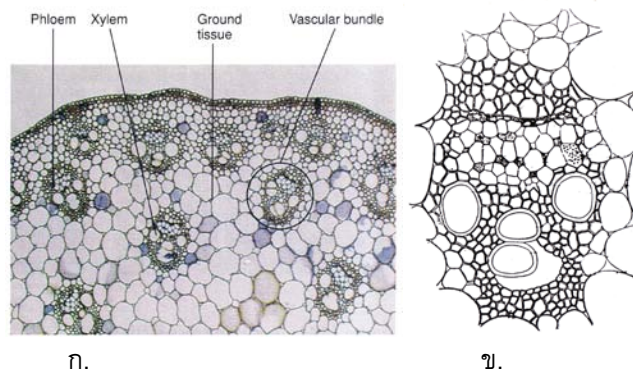
ลำต้นของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ส่วนมากประกอบด้วย Primary Permanent Tissue ทั้งหมดที่เจริญมาจาก Apical Meristem ลำต้นจึงมีโครงสร้างที่ประกอบด้วย Epidermis Cortex และ Stele เช่นเดียวกับลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ แต่มีลักษณะต่างกัน ดังนี้

1. ชั้นคอร์เทกซ์แคบมาก เป็นเซลล์เรียงตัว 1 หรือ 2 ชั้นที่อยู่ระหว่างเอพิเดอร์มิสกับเซลล์ชั้นนอกของ Vascular Bundle ส่วนมากเห็นไม่ชัด

2. ชั้นสตีล ประกอบด้วย Vascular Bundle ที่กระจายทั่วลำต้น โดยมีเซลล์พาราเรโนไคมาเป็นพื้น พืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด เช่น หญ้าและไผ่ ไม่มี Vascular Bundle อยู่ตอนกลางลำต้น เนื่องจากพาราเรโนไคมาแห้งและตายตั้งแต่ต้นอ่อนจึงเป็นช่องกลวง เป็น Pith Cavity

3. เนื้อเยื่อ Vascular Bundle ไม่มีแคมเบียม จึงไม่มี Secondary Phloem และ Secondary Xylem จึงไม่ขยายขนาดของลำต้น มีแต่ความสูง ลำต้นของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจึงไม่มี Secondary Growth



รูปที่ 9.3.5 ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ตัดตามขวาง (ก) และ Vascular Bundle ของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข)
(จาก George B. Johnson, 1997)

ชนิดของลำต้น (Type of Stem)

1. ลำต้นเหนือดิน (Aerial Stem) เป็นลำต้นที่เจริญงอกตั้งตรงอยู่เหนือพื้นดิน อาจเปลี่ยนแปลงรูปร่างและหน้าที่เป็นชนิดต่าง ๆ ได้แก่

Creeping Stem เป็นลำต้นที่ทอดหรือเลื้อยไปตามพื้นผิวซึ่งเป็นดินหรือน้ำ บริเวณข้อมักมีรากแทงลงไปใต้ดิน มีตาออกเป็นแขนงออกไปเรียกว่าไหล (Stolon) เช่น ผักบุ้ง ผักกระเฉด พักทอง

Climbing Stem เป็นลำต้นที่เลื้อยขึ้นที่สูง โดยพันเป็นเกลียวกับหลัก (Twining Stem) และดัดแปลงส่วนลำต้นเป็นที่ยึดเกาะ เช่น มือเกาะ (Stem Tendril) รากที่งอกจากข้อยึดเกาะ (Root Climber) หนามและขอเกี่ยว (Stem Spine)

Cladophyll เป็นลำต้นที่เปลี่ยนแปลงเป็นแผ่นแบน หรือเป็นเส้นยาวคล้ายใบ มีสีเขียวสังเคราะห์แสงได้ เช่น สนทะเล สนประดิพัทธ์ โปรงฟ้า หน่อไม้ฝรั่ง บางชนิดมีลำต้นอวบน้ำ (Succulent Plant) เช่น กระบองเพชร สลัดเต และพญาไร้ใบ ซึ่งเป็นพืชในถิ่นกึ่งเขตร้อน (Xerophyte)

Bulbil หรือ Crown เป็นลำต้นที่เป็นตา หรือหน่อเล็ก ๆ ที่ซอกใบ ซึ่งสามารถหลุดออกไปงอกเป็นต้นใหม่ เช่น หอม กระเทียม ศรนารายณ์ และตะเกียงและจุกสับปะรด

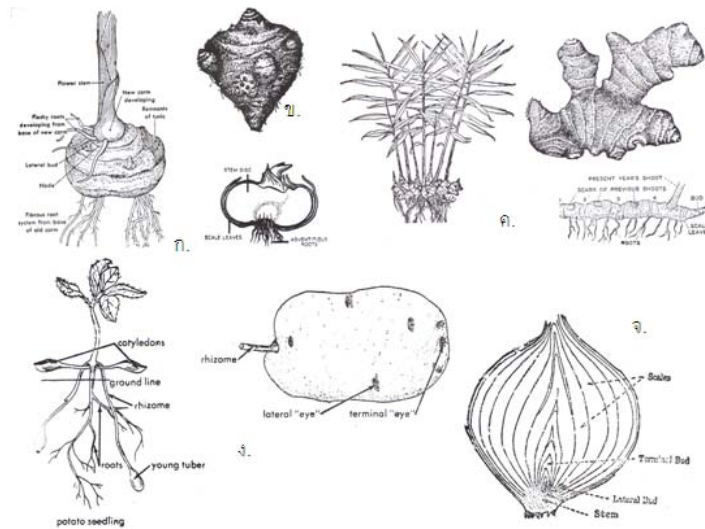
2. ลำต้นใต้ดิน (Underground Stem) เป็นลำต้นที่อยู่ใต้ดินโดยมีรากงอกจากข้อยึดดินไว้ มีรูปร่างหลายแบบ ได้แก่

Rhizome เป็นลำต้นที่เป็นแง่ง หรือ เหง้า เช่น กลัวย พุทธรักษา ขิง ข่า ว่าน มันฝรั่ง

Tuber เป็นลำต้นที่เติบโตมาจากส่วนแง่ง หรือ เหง้า มีปล้อง 3-4 ปล้อง สะสมอาหารทำให้พองโต เช่น มันฝรั่งบริเวณรอยบวม เหง้าหัวหมู มันมือเสือ

Bulb เป็นลำต้นที่มีปล้องสั้น ๆ ที่มีใบเกล็ดซ้อนกันห่อหุ้มไว้จนเห็นเป็นหัว ใบเกล็ดสะสมอาหาร เช่น หัวหอม กระเทียม พลับพลึง

Corn ลักษณะคล้าย Bulb แต่สะสมอาหารในลำต้นแทนใบเกล็ด เช่น เผือก หัวจิ้น ซ่อนกลิ้งฝรั่ง



รูปที่ 9.3.6 ลำต้นชนิดต่าง ๆ ลำต้นใต้ดินชนิด corm ของช่อนกกลิ่นฝรั่ง (ก) เหือก (ข) ลำต้นใต้ดินชนิด rhizome ของขิง (ค) ลำต้นใต้ดินชนิด tuber ของมันฝรั่ง (ง) ลำต้นใต้ดินชนิด bulb ของหอมหัวใหญ่ (จ)

9.4 ใบ (Leaf)

ใบ คือ ส่วนของพืชที่เจริญเติบโตทางด้านข้างของลำต้นหรือกิ่ง ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นแผ่นแบน เซลล์มีคลอโรพลาสต์ซึ่งบรรจุสารคลอโรฟิลล์ที่จับพลังงานแสงเพื่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง นอกจากนี้ยังมีสารสีอื่น ๆ เช่น แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) และแคโรทีนอยด์ (Carotenoid)

ส่วนประกอบของใบ

ใบ ประกอบด้วย ก้านใบ (Petiole) แผ่นใบ (Blade) และหูใบ (Stipule)

แผ่นใบ (Blade) ประกอบด้วย เนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ได้แก่

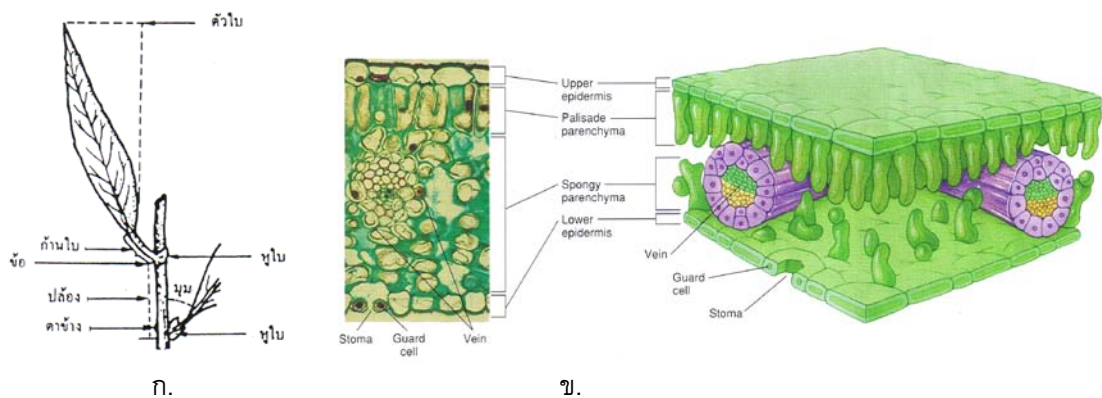
1. เอพิเดอร์มิส (Epidermis) เป็นเซลล์ชั้นเดียวอยู่นอกสุด เซลล์ไม่มีคลอโรพลาสต์ มีทั้งด้านบนใบ (Upper Epidermis) และท้องใบ (Lower Epidermis) เอพิเดอร์มิสบางเซลล์เปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์คุม (Guard Cell) ซึ่งมีรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่วอยู่คู่กัน 2 เซลล์ มีคลอโรพลาสต์จึงทำการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ ทำหน้าที่ควบคุมการเปิด-ปิด รูใบ (Stomata) ให้ไอน้ำและแก๊สผ่านเข้าออกได้

2. มีโซฟิลล์ (Mesophyll) ประกอบด้วย เซลล์รูปร่างยาวเรียงชิดติดกันคล้ายรั้วอยู่ทางด้าน Upper Epidermis เป็นเซลล์พาเรนไคมา เรียกว่า Palisade Parenchyma ถัดลงมาเป็นเซลล์พาเรนไคมาที่เรียงตัวห่าง ๆ หลวม ๆ เรียกว่า Sponge Parenchyma

ตอนกลางของมีโซฟิล จะเป็นส่วนของเส้นใบ (Vein) ซึ่งประกอบด้วย มัดท่อลำเลียง (Vascular Bundle) มีกลุ่มท่อลำเลียงน้ำ (Xylem) และท่อลำเลียงอาหาร (Phloem) ที่ห่อหุ้มด้วย Bundle Sheath Cell ภายในใบมีช่องว่างอากาศ (Air Space) ที่เกิดจากการจัดเรียงตัวอย่างหลวม ๆ ของ Sponge Parenchyma

ก้านใบ (Petiole) เป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างตัวใบกับลำต้นหรือกิ่งโคนของก้านใบ มีลักษณะเป็นง่าม เรียกว่า ซอกใบ (Leaf Axil) เป็นที่อยู่ของตาพืชใบเลี้ยงคู่ มักมีก้านใบเรียวเล็ก ค่อนข้างกลม คล้ายทรงกระบอก ในขณะที่ก้านใบพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มักแผ่เป็นแผ่นหุ้มลำต้นที่เรียกว่า กาบใบ (Leaf Sheath) พืชบางชนิดที่โคนก้านใบมีลักษณะคล้ายใบเล็ก ๆ ยื่นออกมาเรียกว่า หูใบ (Stipule) ซึ่งอาจมี 1 หรือ 2 หูใบ พืชแต่ละชนิดมีหูใบที่มีรูปร่างแตกต่างกัน

ใบที่มีส่วนประกอบครบทั้ง 3 ส่วน คือ แผ่นใบ ก้านใบ และหูใบเรียกว่า ใบสมบูรณ์ (Complete Leaf) ถ้าขาดส่วนหนึ่งส่วนใดเรียกว่า ใบไม่สมบูรณ์ (Incomplete Leaf)



รูปที่ 9.4.1 ส่วนประกอบของใบ (ก) และโครงสร้างของแผ่นใบ (ข) (จาก George B. Johnson, 1997)

หน้าที่ของใบ

ใบมีหน้าที่สำคัญ คือ การสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) การหายใจ (Respiration) การคายน้ำ (Transpiration) นอกจากนี้ยังช่วยทำหน้าที่อื่น ๆ ได้แก่ ค้ำจุนลำต้น (Supporting) แพร่พันธุ์ (Reproduction) สะสมอาหาร (Storage) ป้องกันลำต้น (Protection)

ชนิดของใบ (Type of Leaf)

ใบจำแนกตามหน้าที่ได้ 2 ชนิด คือ ใบแท้ และใบที่เปลี่ยนแปลง

1. ใบแท้ (Foliage Leaf) เป็นใบที่มีลักษณะเป็นแผ่นแบน ทำหน้าที่สร้างอาหาร หายใจ และคายน้ำ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

ใบเดี่ยว (Simple Leaf) มีลักษณะตัวใบเป็นแผ่นเดียวติดอยู่กับก้านใบ เช่น ใบมะม่วง ชมพู่ กล้วย อ้อย มะยม

ใบประกอบ (Compound Leaf) ตัวใบประกอบด้วยใบเล็ก ๆ เรียกว่า ใบย่อย (Leaflet) ติดอยู่กับก้านใบ 1 ก้าน เช่น ใบจามจุรี กุหลาบ มะขาม กระถิน มะพร้าว

2. ใบที่เปลี่ยนแปลง (Modified Leaf) มีลักษณะใบที่แตกต่างไปจากใบแท้ เพื่อทำหน้าที่เฉพาะอย่างมีหลายแบบ ได้แก่

ใบมือเกาะ (Tendril Leaf) ใช้ยึดและพยุงลำต้นให้โตขึ้นที่สูง เช่น ถั่วลิ้นเตา มะระ และตำลึง

ใบหนาม (Spine Leaf) ใช้ป้องกันอันตรายและลดการคายน้ำ เช่น เหนืออกปลา หมอ กระบองเพชร มะขามเทศ และป่านศรนารายณ์

ใบสะสมอาหาร (Storage Leaf) ทำหน้าที่สะสมอาหารและน้ำ เช่น หัวหอม ว่านหางจระเข้ หัวกระเทียม และกาบกล้วย

ใบเกล็ด (Scale Leaf) ลักษณะเป็นแผ่นเล็ก ๆ คล้ายเกล็ด อาจมีหรือไม่มี สีเขียว บางชนิดทำหน้าที่หุ้มตาอ่อน พืชบางชนิดมีใบเกล็ดขนาดใหญ่ทำหน้าที่เก็บอาหาร และน้ำ เช่น หัวหอม หัวกระเทียม เป็นต้น

ใบทุ่นลอย (Floating Leaf) ลักษณะก้านใบพอง ภายในมีช่องอากาศ ช่วยให้ ใบ ทุ่นลอยน้ำได้ เช่น ผักตบชวา เป็นต้น

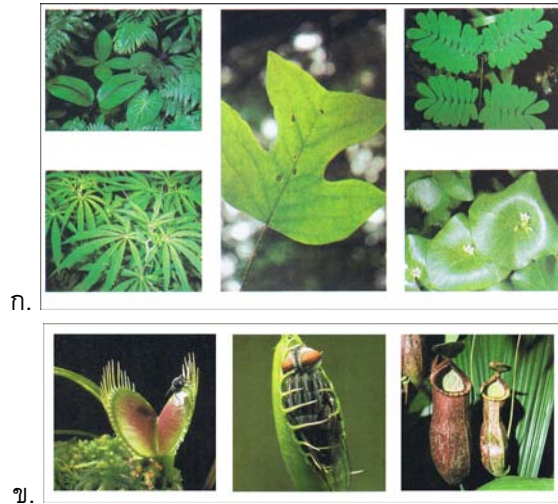
ใบประดับ (Bract) เป็นใบที่รองรับดอกที่ก้านดอก บางชนิดมีสีช่วยล่อแมลงให้ มาผสมเกสร เช่น เฟื่องฟ้า และหน้าวัว

ใบฟิลโลด (Phyllode) ก้านใบเปลี่ยนแปลงไปเป็นแผ่นคล้ายตัวใบ สังเคราะห์ด้วยแสง แทนใบได้ และช่วยลดการคายน้ำ เพราะไม่มีปากใบ เช่น กระถินณรงค์ เป็นต้น

ใบดอก (Floral Leaf) เป็นใบที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นส่วนของดอก มีสีช่วยล่อแมลง บางชนิดมีกลิ่นหอม ได้แก่ กลีบของดอกไม้ชนิดต่าง ๆ

ใบสืบพันธุ์ (Vegetative Reproduction Leaf) เป็นใบที่เปลี่ยนแปลงเพื่อช่วยในการแพร่พันธุ์ เช่น โคมญี่ปุ่น คว่ำตายหงายเป็น เป็นต้น

ใบกับดักแมลง (Insectivorous Leaf) เป็นใบที่ใช้ดักแมลงหรือสัตว์ขนาดเล็ก ภายในกับดักมีต่อมสร้างเอนไซม์สำหรับย่อยโปรตีน เช่น หม้อข้าวหม้อแกงลิง กาบหอยแครง สาหร่ายข้าวเหนียว เป็นต้น



รูปที่ 9.4.2 ใบชนิดต่าง ๆ ใบแท้ (ก) และใบที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นกับดักแมลง (ข)
(จาก George B. Johnson, 1997)

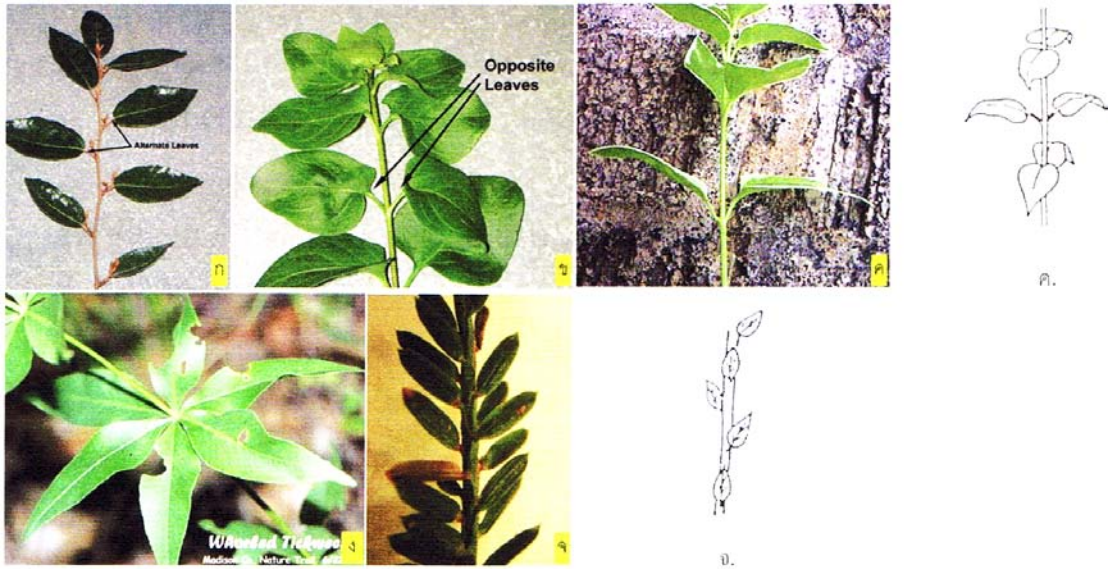
การจัดระเบียบของใบ (Leaf Arrangement)

ใบของพืชแต่ละชนิดมีการจัดเรียงตัวที่แตกต่างกันในหลายรูปแบบ แต่ทุกแบบเป็นการจัดเพื่อให้ใบทุกใบมีโอกาสรับแสงเต็มที่ ได้แก่

1. แบบสลับ (Alternate) แต่ละข้อมีเพียงใบเดียว ที่อยู่สลับข้างกันไปตลอด เช่น จำปี น้อยหน่า เป็นต้น
2. แบบเกลียว (Spiral) แต่ละข้อมีเพียงใบเดียว ที่อยู่สลับข้างโดยอยู่เยื้องกันเล็กน้อย ทำให้คล้ายเป็นเกลียว เช่น ใบพุระหง ฝ้าย เป็นต้น
3. แบบตรงข้าม (Opposite) แต่ละข้อมี 2 ใบ ที่อยู่ตรงข้ามกันเป็นแนวเดียวกันไปตลอด เช่น ใบมะยม
4. แบบวง (Whorled) แต่ละข้อมีมากกว่า 2 ใบ เช่น บานบุรี มะม่วง
5. แบบเป็นกระจุกที่ฐานใบ (Basal) เป็นพวกที่ลำต้นมีปล้องสั้น ใบที่ติดอยู่ที่ข้อจึงซ้อนกันเป็นกระจุกอยู่ที่พื้นดิน เช่น ว่านกาบหอย ป่านศรนาครายณ์ สับปะรด เป็นต้น

6. แบบมัดเป็นกระจุก (Fasicle) แต่ละข้อมีกระจุกใบที่มีเยื่อหุ้มที่โคน กระจุกละ 2-3 ใบ เช่น สนสองใบ สนสามใบ

7. แบบตรงข้ามตั้งฉาก (Decussate) แต่ละข้อมีใบ 1 คู่ อยู่ในแนวตั้งฉากกับคู่ของใบในข้อที่ถัดไป เช่น เข็ม ฤาษีผสม เป็นต้น



รูปที่ 9.4.3 การจัดระเบียบของใบแบบต่าง ๆ (จาก George B. Johnson, 1997)

แบบฝึกหัดท้ายบท

1. ขนราก (root hair) คืออะไร มีลักษณะ และทำหน้าที่อะไร
2. เนื้อเยื่อชั้นใดของรากที่เป็นอุปสรรคในการลำเลียงน้ำ
3. เนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อนของพืช คือ เนื้อเยื่อชนิดใด มีอะไรบ้าง
4. รากแขนงของพืช เจริญมาจากเนื้อเยื่อชั้นใด
5. เนื้อไม้ คือ เนื้อเยื่อส่วนใดของพืช
6. เปลือกไม้เป็นส่วนหนึ่งของเนื้อเยื่อตั้งแต่ชั้นไหนออกมา
7. วงปี (annual ring) คืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร
8. ลำต้นของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และใบเลี้ยงคู่ แตกต่างกันอย่างไรร
9. ใบตัดตามขวาง จะประกอบด้วยเซลล์ชนิดใดบ้าง
10. ปากใบ (Stoma) ประกอบด้วยเซลล์ชนิดใด มีลักษณะอย่างไร และทำหน้าที่อะไร
11. ดอกสมบูรณ์ (Complete flower) และดอกสมบูรณ์เพศ (Perfect flower) คืออะไร แตกต่างกันอย่างไรร
12. ปากใบของพืชที่ขึ้นในที่กั้นดารน้ำ มีลักษณะอย่างไรบ้าง
13. วงปีของต้นไม้ จะมีสีเข้มและอ่อนต่างกันอย่างไรชัดเจน ถ้าขึ้นอยู่ในพื้นที่แบบใด
14. เพราะเหตุใดจึงไม่สามารถขยายพันธุ์พืชใบเลี้ยงเดี่ยวด้วยวิธีการตอนกิ่ง
15. เพราะเหตุใดต้นพืชจึงมีการเจริญเติบโตไปได้เรื่อย ๆ