

**บทที่ 6**  
**ระบบลำดับ**



## บทที่ 6

### ระบบลำต้น

#### (Stem System)

ระบบลำต้น ได้แก่ส่วนที่ เจริญขึ้นมาอยู่เหนือดิน คือส่วนที่เรียกว่า ลำต้น ( trunk หรือ stem ) กิ่ง ก้าน ( branch ) ใบ ดอก และผล แต่ในที่นี้ ระบบลำต้น จะกล่าวเฉพาะส่วนของลำต้น กิ่งก้าน สาขาเท่านั้น ส่วนของใบ จะแยกออกไปกล่าวถึงในบทที่ 7

#### หน้าที่ของลำต้น

ลำต้นมีหน้าที่หลักดังนี้

1. ชูกิ่งก้านสาขา ใบ ให้ได้รับแสงแดด เพื่อการเจริญเติบโต
2. เป็นทางลำเลียง น้ำ และแร่ธาตุ ขึ้นไปยังใบ เพื่อการสังเคราะห์แสง และลำเลียงอาหารจากใบ ไปสู่ราก

นอกจากนี้อาจทำหน้าที่พิเศษอื่นๆ เช่น สังเคราะห์แสงถ้าลำต้นมีสีเขียว เป็นต้น

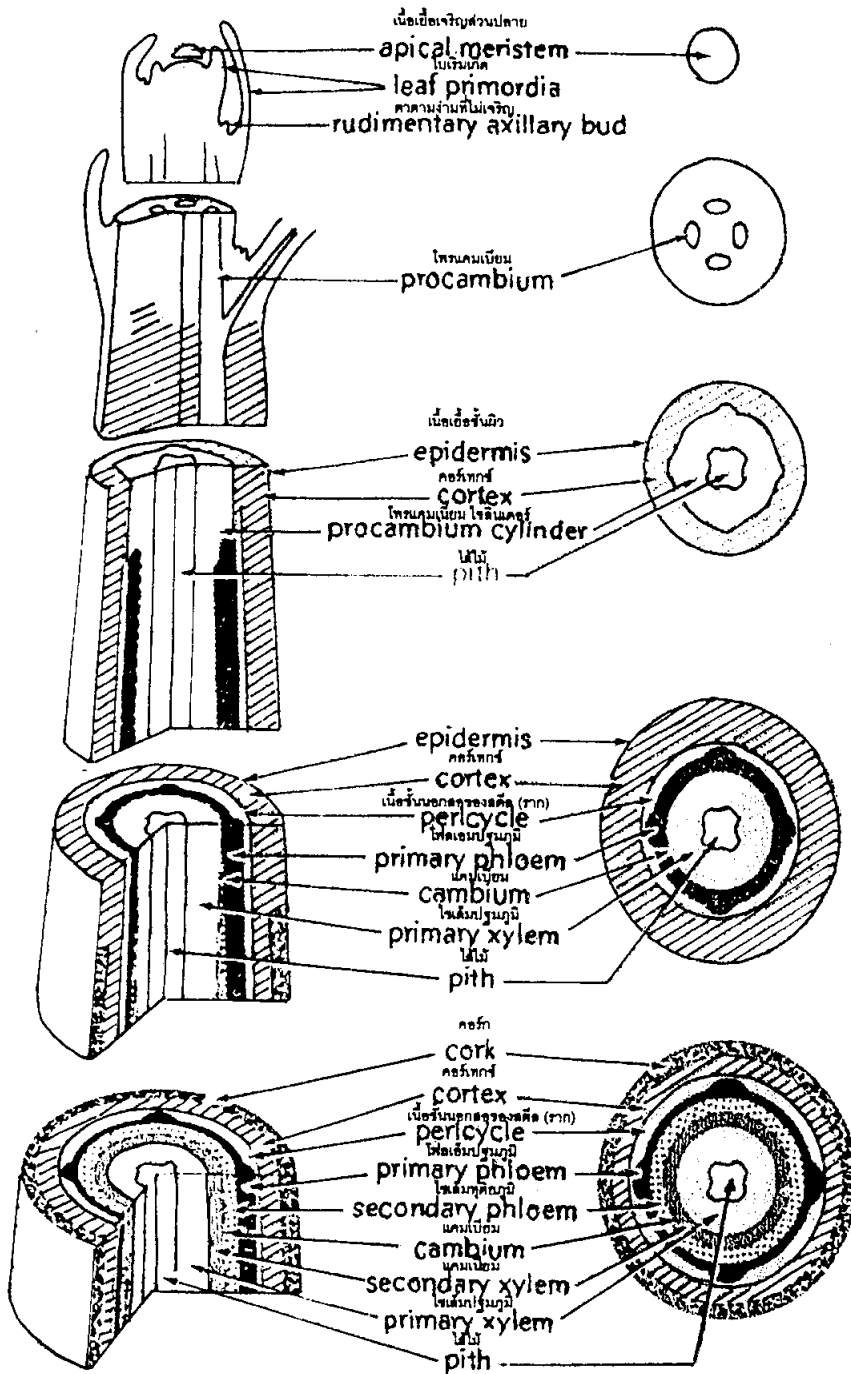
#### ส่วนประกอบของลำต้น

ลำต้นของพืชโดยทั่วไปประกอบด้วย ส่วนต่างๆที่สำคัญ ได้แก่

1. ข้อ ( node )
2. ปล้อง ( internode )
3. ตา ( bud )

ลำต้นกำเนิดมาจากส่วนที่เรียกว่า epicotyl ซึ่งอยู่เหนือ cotyledon และ hypocotyl ซึ่งอยู่ใต้ cotyledon ส่วนยอดของ epicotyl เรียกว่า plumule จะแตกหรือเจริญเป็นใบออกมา

ลำต้นของไม้เนื้ออ่อนมักมีสีเขียวและสังเคราะห์แสงได้ การเจริญทางด้านข้าง หรือ การขยายขนาดของลำต้นมีน้อย ผิวนอกประกอบด้วยเนื้อเยื่อ epidermis เท่านั้น อายุของพืชล้มลุก จึงไม่ยืนหรือมีชีวิตอยู่ได้ไม่นานก็ตาย



รูปที่ 6.1 รายละเอียดของลำต้นตัดตามยาวและตามขวาง (Janick et.al.1974)

ลำต้นของพืชไม้เนื้อแข็ง ได้แก่ ไม้ยืนต้น และ ไม้พุ่ม ผิวนอกของลำต้นมีคอร์ก ( cork ) มาแทนที่เนื้อเยื่อชั้นผิว ที่ลำต้นมีตา ( bud ) สามารถแตกกิ่งก้านสาขา มีใบสังเคราะห์แสง นำอาหารมาเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อขยายขนาดของลำต้น

ลำต้นประกอบด้วยเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ เรียงจากแกนกลางลำต้น ออกมาภายนอกได้ดังนี้

1. pith เป็นเนื้อเยื่อ parenchyma ชั้นในสุดที่มีทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต pith ในต้น ไม้ยืนต้นที่มีอายุนั้นเนื้อเยื่อส่วนใหญ่ไม่มีชีวิตแล้ว สังเกตได้จาก การเกิดโพรงบริเวณกึ่งกลางลำต้น

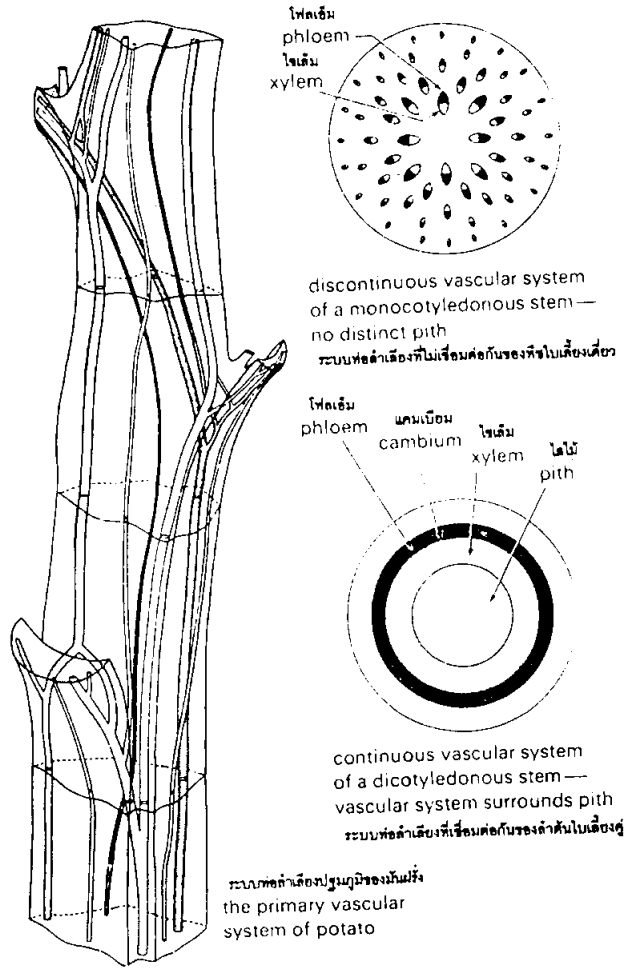
2. wood fibers ประกอบไปด้วย เซลล์เรียงตามยาว ( elongated cell ) ไปตามความยาวของลำต้น ส่วนใหญ่เป็นเซลล์ ที่ไม่ได้ทำหน้าที่ในขบวนการเจริญเติบโต หมายถึงเซลล์ชนิดนี้ไม่ active ดังนั้น wood fiber จึงกลายมาเป็นส่วนที่ให้ความแข็งแรงกับลำต้น เซลล์นี้มีอยู่ประมาณ 50 - 60 % ของเนื้อ ไม้ทั้งหมด ที่ประกอบเป็นลำต้น

3. vessels เป็นเนื้อเยื่อ ( เป็น เซลล์ของ tracheid ) ส่วนนอกสุดของท่อลำเลียงน้ำ หรือ xylem ที่ขอบหรือริมสุดของ vessels จะฝังตัวอยู่กับส่วนที่เป็นเนื้อ ไม้ ( wood ) ไปตามความยาวของเนื้อ ไม้ เป็นตัวส่งน้ำและธาตุอาหาร ไปสู่ทรงพุ่มของต้นไม้ ตามท่อลำเลียงน้ำที่ยังสามารถทำงานได้ หรือเนื้อเยื่อที่ยัง active อยู่ ได้แก่ท่อลำเลียงน้ำที่อยู่ชั้นนอกสุดของวงปี ( annual ring ) การเกิดวงปีขึ้นได้นั้น มีผลมาจากการที่เซลล์ของ vessel มีการเจริญเติบโตไม่เท่ากัน ทำให้เห็นความแตกต่าง ของขนาดของเซลล์ vessel เมื่อตัดลำต้นตามขวาง ( cross section )

4. xylem parenchyma เป็นเนื้อเยื่อของท่อลำเลียงน้ำที่มีชีวิต ทำหน้าที่ดูดซึม และเคลื่อนย้ายสารอาหาร และอื่นๆ ไปยังเซลล์ต่างๆ เพื่อให้เซลล์มีการเจริญเติบโต

5. medullar rays หรือเนื้อเยื่อแนวรัศมี เป็นแผ่นเซลล์บางๆ ที่พาดผ่านจาก แกนกลางของลำต้น ( pith ) ท่อลำเลียงน้ำ ไปสิ้นสุดที่ชั้นนอกสุดของท่อลำเลียงอาหาร หรือเชื่อมต่อ หรือไปชนกับชั้นของ คอร์กคอร์เท็กซ์ ( cork cortex ) medullar ray เป็นเซลล์พวก parenchyma ทำหน้าที่ระบายอากาศ แลกเปลี่ยนก๊าซและสะสมอาหาร และสามารถนำน้ำออกสู่ภายนอกลำต้นได้

6. cambium เป็นส่วนที่ถูดอกมาจากเนื้อเยื่อของท่อลำเลียงน้ำ cambium เป็นเนื้อเยื่อที่เกิดมาจาก เซลล์ชั้นเคียว แต่เป็นส่วนสำคัญที่สุดของต้นไม้ เป็นส่วนของเยื่อเจริญ ที่อาจจะมีความหนา เป็นเซนติเมตรหรือเป็นมิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับชนิดของต้นไม้



รูปที่ 6.2 รายละเอียดของระบบท่อลำเลียงของพืชใบเลี้ยงคู่และใบเลี้ยงเดี่ยว  
( Janick et. al.1974 )

ผนังของ cambium เป็นเยื่อบางๆ แต่อุดมไปด้วยสารอาหาร มีการแบ่งเซลล์ด้านใน ที่ติดต่อกับท่อลำเลียงน้ำ และด้านนอกที่ติดต่อกับท่อลำเลียงอาหาร แต่เกิดขึ้นที่ด้านติดกับท่อลำเลียงน้ำมากกว่า ส่วนของ medullar rays นั้น มี parenchyma ทำให้สามารถเจริญผ่านส่วนของ cambium ไปได้

การแบ่งเซลล์ด้านใน ติดกับท่อลำเลียงน้ำ ทำให้เกิดเป็นเนื้อไม้ในเวลาต่อมา ส่วนการแบ่งเซลล์ด้านนอก ติดกับท่อลำเลียงอาหาร ทำให้เกิดการเจริญของเนื้อเยื่อที่เรียกว่า bast ซึ่งประกอบไปด้วยชั้นของเซลล์ที่จะทำหน้าที่เป็น cambium ได้ต่อไปเรื่อยๆ ผนังเซลล์ด้านนอกเจริญอยู่ได้เปลือก ( bark ) cambium จะเจริญขนานไปกับลำต้น

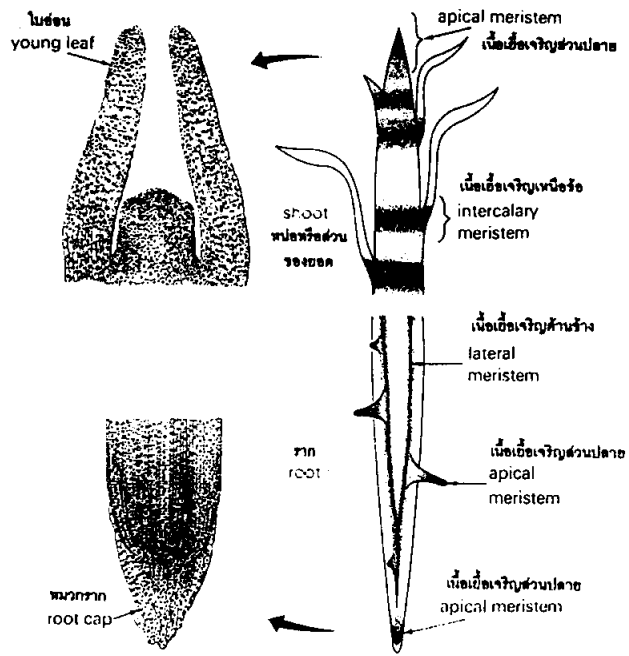
7. bast คือส่วนของเนื้อไม้ที่ประกอบไปด้วยเซลล์ที่มีรูปร่าง และการทำงานแตกต่างกัน เส้นใยของท่อลำเลียงอาหาร ( phloem fibre ) เป็นพวกเดียวกับ wood fibre แต่ไม่เป็นเนื้อไม้ มี sieve tube เหมือนของ ท่อลำเลียงน้ำ จึงใช้เป็นที่ลำเลียงอาหารจากใบ ไปยังส่วนต่างๆของลำต้น ต้นไม้บางชนิดมีเซลล์จำเพาะ ใช้เป็นที่ผลิต สารออกซาลิก โลมัย ยาง ( gum and resin ) และ น้ำยาง

ส่วนของ bast ด้านนอกเป็นส่วนที่สร้างเปลือกไม้ให้ลำต้น เพื่อมีไว้ป้องกันลำต้น เช่น ป้องกันการสูญเสียน้ำ ป้องกันอุณหภูมิ และการถูกทำลายโดยศัตรู

### การเกิดตาที่ลำต้นและที่กิ่งก้าน

ตา ก่อกำเนิดมาจากเนื้อเยื่อเจริญจำนวนมาก ที่มีการแบ่งตัว ตามีหลายชนิด เช่นตาที่จะเจริญเป็นใบหรือตาใบ ( leaf bud ) ตาดอก ( flower bud ) ตารวม ( mixed bud ) ซึ่งตาเหล่านี้ อาจจะมีเกิดหรือเจริญได้ตามส่วนต่างๆของลำต้น ซึ่งตารวมนี้สามารถจะให้กำเนิดใบ กิ่ง หรือ ดอกก็ได้ แต่ถ้าจำแนกชนิดของตาตามตำแหน่งที่เกิด แบ่งได้เป็น ตาข้าง ( lateral bud หรือ axillary bud ) เป็นตาที่เกิดที่ข้อ ตายอดหรือตาที่เกิดที่ปลายกิ่ง ( apical หรือ terminal bud )

ส่วนตาที่เกิดขึ้นที่ส่วนต่าง ๆ ของลำต้นหรือกิ่ง อันเนื่องมาจากลำต้นหรือกิ่งได้รับอันตราย เช่น ลำต้นถูกตัดเหลือแต่ตอ เรียกตาชนิดว่า adventitious bud และตาที่เกิดขึ้นมาใกล้เคียงกับ axillary bud ซึ่งถูกทำลายไป เรียกว่า accessory bud ตาอาจจะมีทั้งที่มีสิ่งปกปิด ( bud scale ) และไม่มีสิ่งปกปิด ( naked bud ) การเกิดตาและพัฒนาของตา มีฮอร์โมนในต้นพืชเข้ามาเกี่ยวข้องอยู่ด้วย ซึ่งจะได้อธิบายในบทฮอร์โมนพืช



รูปที่ 6.3 รายละเอียดเนื้อเยื่อส่วนปลายของยอดและราก ( Janick et.al.1974 )



## ชนิดของลำต้น

ถ้าแยกชนิดของลำต้นของพืช ตามชนิดของเนื้อไม้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. ลำต้นที่เป็น ไม้เนื้อแข็ง ( woody stem )
2. ลำต้นที่เป็น ไม้เนื้ออ่อน ( herbaceous stem )

ระบบลำต้นนั้นมีความเกี่ยวข้องกับควมมีชีวิตของพืช ทั้งนี้เพราะการที่พืชตาย เพราะหมดอายุ หรือที่เรียกกันว่าพืชแก่ตาย หมดอายุขัย ก็ทำให้ส่วนที่อยู่เหนือดินขึ้นมา ซึ่งก็คือ ส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ ดอก และผล แก่ตายไปด้วยนั่นเอง จึงมีการแบ่งชนิดของพืช ตามควมมีชีวิตของพืช หรือตามอายุขัยได้ 3 แบบ คือ

1. พืชล้มลุก ( annual plant ) เป็นพืชที่มีชีวิตอยู่ได้ฤดูเดียว โดยใช้ระยะเวลาจาก เมล็ด งอกขึ้นมาเป็นต้น เจริญเติบโต ทางกิ่งก้านสาขา ออกดอก ติดเมล็ด แล้วก็ตาย ใช้เวลาเพียงปี เดียว หรือน้อยกว่าหนึ่งปี ก็ตาย

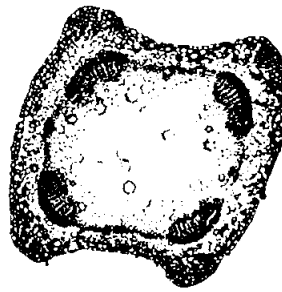
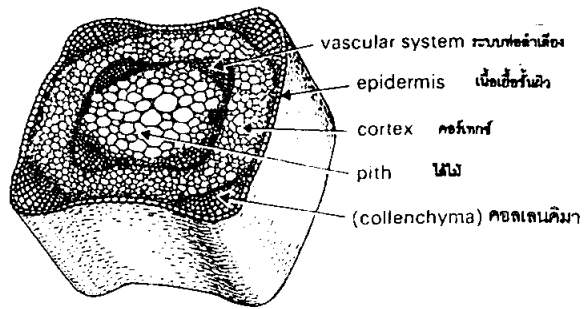
2. พืชกึ่งยืนต้น หรือ พืชอายุสองปี ( biennial plant ) เป็นพืชที่มีอายุอยู่ได้ 2 ปี ตั้งแต่เมล็ดเริ่มงอก เจริญเติบโต มีชีวิตอยู่จนกระทั่งติดดอกออกผล แล้วตายในระยะเวลา 2 ปี

3. พืชยืนต้น ( perennial ) เป็นพืชที่มีชีวิตอยู่ได้หลายปี หรือมากกว่าสองปีขึ้นไป โดยแต่ละปีจะมีการเจริญเติบโตทางกิ่งก้านสาขา ( vegetative growth ) และออกดอกติดผลเพื่อ แพร่พันธุ์ ( reproductive growth ) ในสภาพธรรมชาติต่อไป

ลำต้นของพืช มิใช่ส่วนที่จะปรากฏอยู่เหนือพื้นดินเท่านั้น มีพืชหลายชนิดที่มีลำ ต้นอยู่ใต้ดิน มักเป็นพืชล้มลุก หรือพวกกึ่งยืนต้น ลำต้นของพืชบางชนิด อาจจะไม่มีลักษณะตั้งตรง หรือเจริญเติบโต ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับระบบราก คือ เจริญหนีแรงดึงดูดของโลก บางชนิดมี ลำต้นแบบเลื้อยไปตามพื้นดิน หรือเกาะลำต้นของต้นไม้ชนิดอื่น ชูใบรับแสง ดังนั้นลำต้นของพืช อาจถูกดัดแปลงรูปร่างบางส่วน เพื่อให้สามารถอยู่รอดในธรรมชาติได้ เรียกลำต้นพวกที่อยู่เหนือ ดินเปลี่ยนหน้าที่ไป ว่า เป็น modified stem เช่น

- stolon เป็นลำต้นที่เลื้อยไปตามพื้นดิน โดยมี ใบ ดอก และรากเกิดขึ้นที่ข้อ ปล้อง เช่น ต้นใบบัวบก ผักแว่น ผักตบชวา เป็นต้น

- climbing stem เป็นลำต้นเลื้อยพันสิ่งที่อยู่ใกล้ เช่น ฟักทอง พุด ถั่ว คำลิ่ง เป็นต้น



รูปที่ 6.4 โครงสร้างภายในของลำต้น ต้นมัน

- thorny stem ลำต้นบางส่วน เปลี่ยนแปลงไปเป็นหนาม เช่น ต้นเฟื่องฟ้า มะนาว ส้ม เป็นต้น

- cladode หรือ cladophyll ลำต้นที่ทำหน้าคล้ายใบ มีสีเขียว เช่น ต้นกระบองเพชร เป็นต้น

- stem tendril ลำต้นที่เปลี่ยนไปทำหน้าที่ยึดเกาะ เช่น พวงชมพู องุ่น เป็นต้น นอกจากลำต้นที่อยู่เหนือดินแล้ว ยังมีลำต้นที่อยู่ใต้ดินที่ไม่ใช่ราก เพราะมีข้อ ปล้อง เห็นได้ชัดเจน พบในพืชบางชนิด เรียกลำต้นพวกนี้ว่า ลำต้นใต้ดิน ( subterranean stem ) ลำต้นใต้ดิน มักมีรูปร่างแบบต่างๆกัน ผิดแผกไปจากลำต้นเหนือดิน เช่น มีรูปร่าง เป็นหัว แฉก เรียวยาว มักใช้เป็นที่สะสมอาหาร ลำต้นใต้ดินมีชื่อเรียก ได้หลายอย่าง คือ

- rhizome ลำต้นมักขนานไปกับพื้นดิน มีข้อ ปล้อง มีตาใบซึ่งจะเจริญแทงทะลุพื้นดินขึ้นมา เช่น พริกขี้หนู ข่า พุทธรักษา เป็นต้น

- tuber เป็นลำต้นใต้ดิน มีตา อยู่รอบหัว เช่น มันฝรั่ง เป็นต้น

- corm เป็นลำต้นใต้ดินอีกชนิดหนึ่งที่มีรูปร่างของหัว ที่เห็นส่วนที่เป็น ข้อ ปล้อง ปรากฏชัดเจน เช่น เผือก แห้ว เป็นต้น

- bulb เป็นลำต้นใต้ดินที่ตั้งตรง อาจพื้นดินขึ้นมาบางส่วน เหนือลำต้นเป็นส่วนที่เรียกว่า ใบเกล็ด ( scale leaf ) ใช้สะสมอาหาร ใต้ส่วนของลำต้นจะเป็นที่เกิดของราก เช่น หัวหอม พลับพลึง เป็นต้น

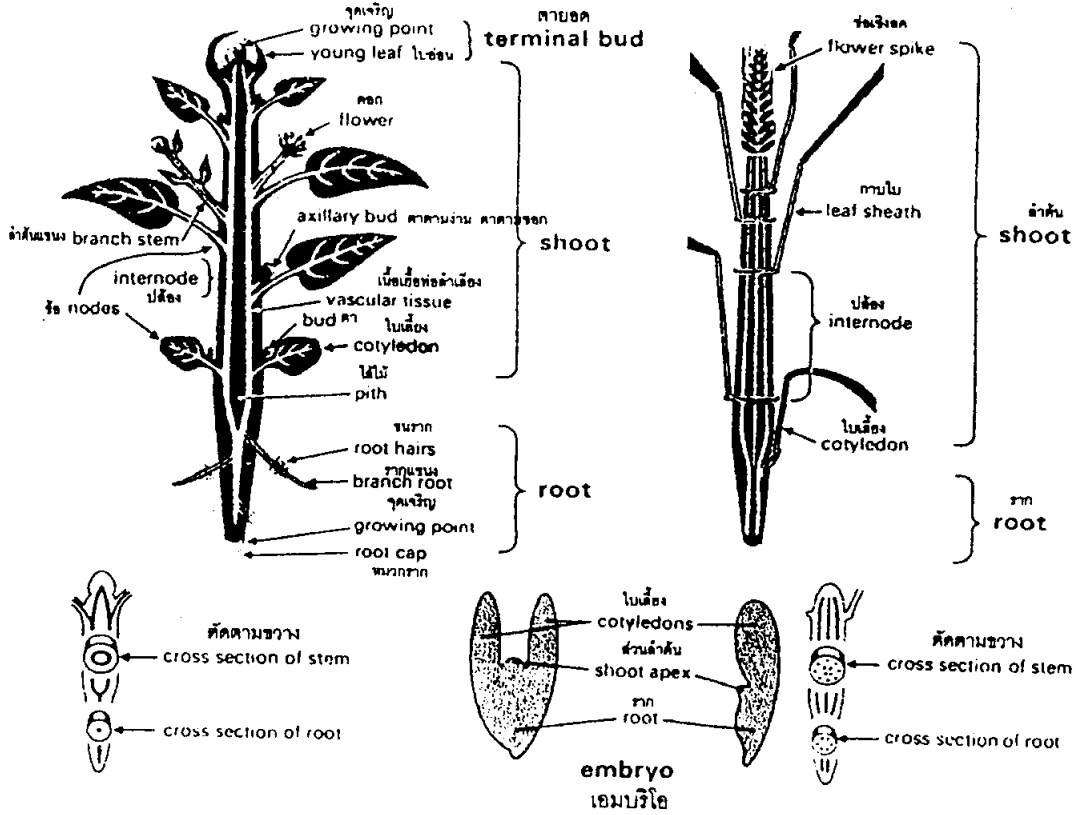
### ลำต้นของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

ลำต้นของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวแตกต่างไปจากลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่ เนื่องจากโครงสร้างของระบบท่อลำเลียงน้ำ และท่อลำเลียงอาหารแตกต่างกัน ลำต้นของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว ไม่สามารถขยายขนาดออกทางด้านข้างของลำต้นได้ อีกทั้งไม่สามารถสร้างเนื้อเยื่อเจริญขึ้นมาชดเชย ส่วนที่ฉีกขาด หรือถูกทำลายไปแล้ว ให้กลับมามีสภาพสมบูรณ์เหมือนเดิมได้อีก

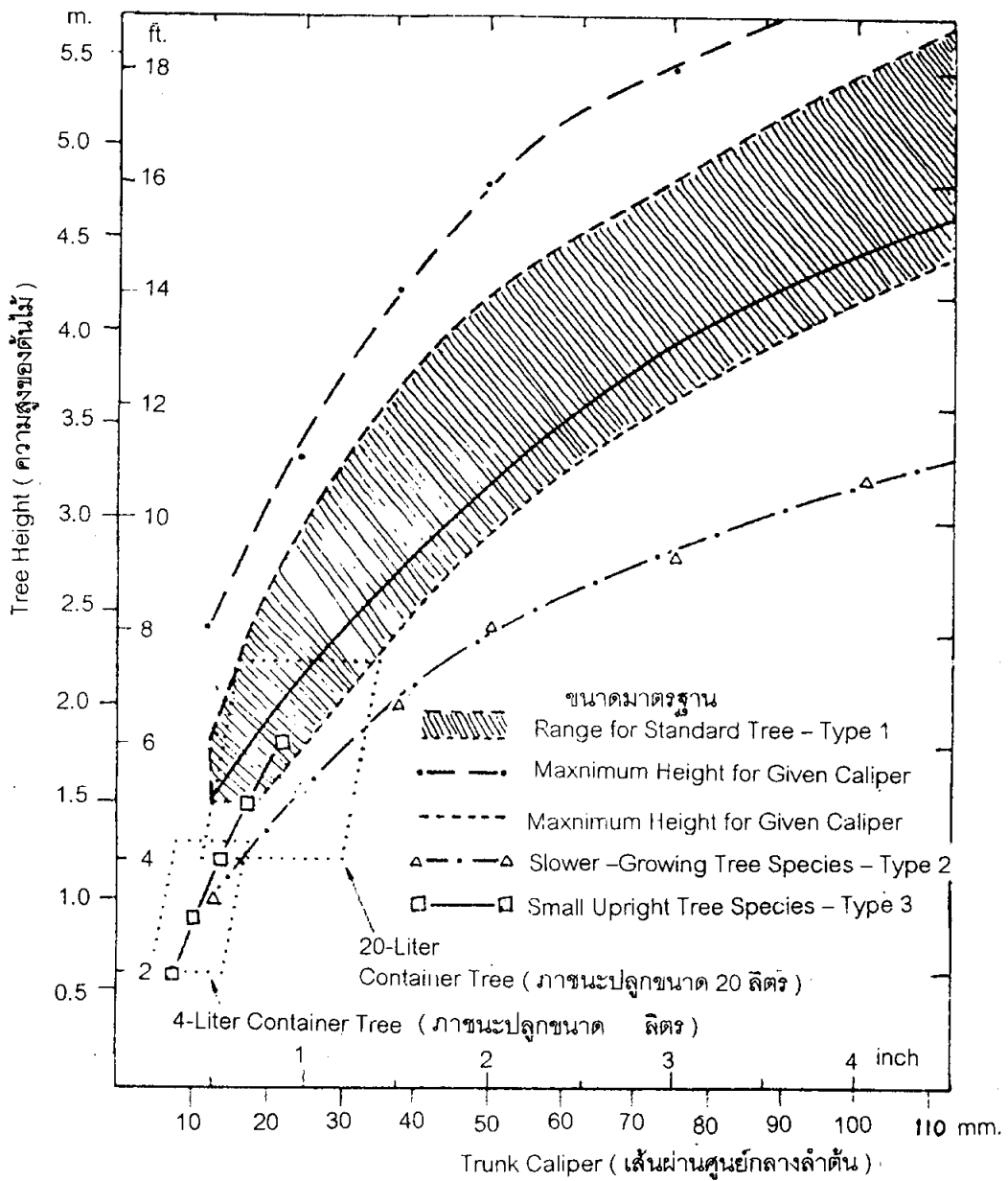
การจัดเรียงท่อลำเลียงน้ำ และท่อลำเลียงอาหาร ( vascular bundle ) ภายในลำต้นเป็นแบบกระจายตัว และ vascular bundle ไม่มี cambium จึงไม่มีการเจริญเติบโตในชั้นที่สอง เกิดขึ้น

พืชใบเลี้ยงคู่  
DICOTYLEDON

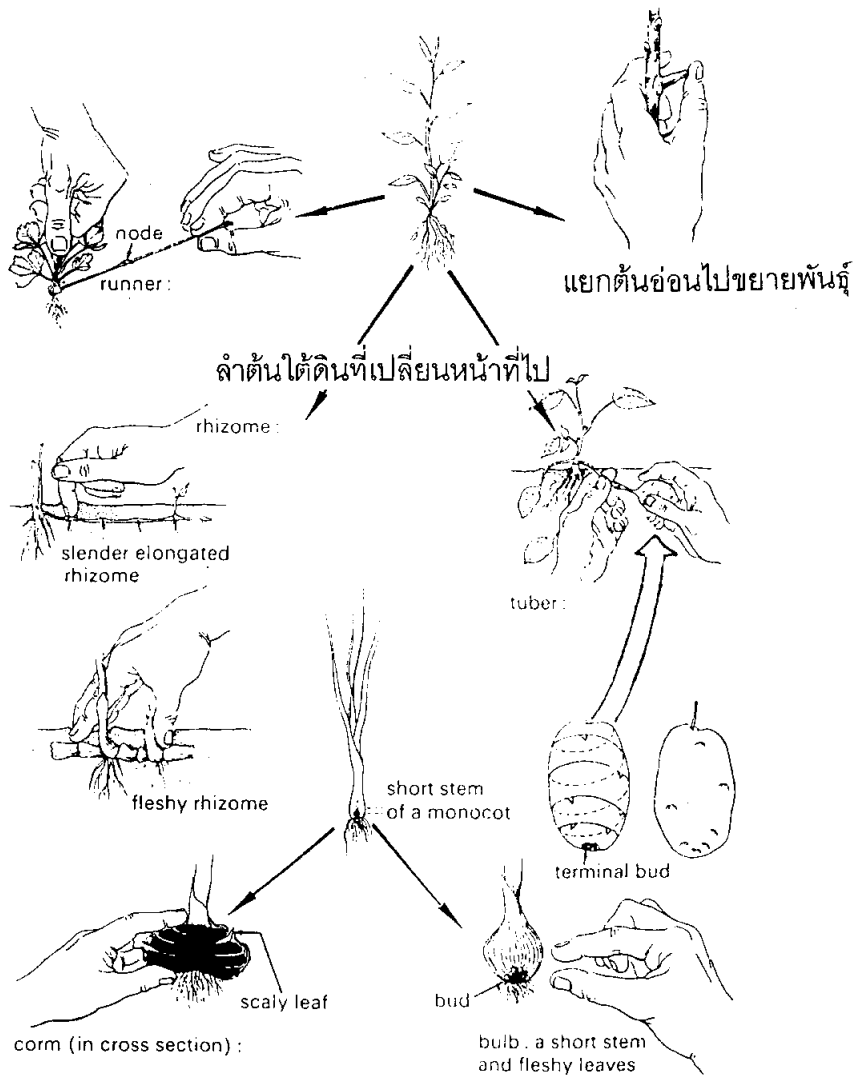
พืชใบเลี้ยงเดี่ยว  
MONOCOTYLEDON



รูปที่ 6.5 การเปรียบเทียบพืชใบเลี้ยงคู่และใบเลี้ยงเดี่ยว



รูปที่ 6.6 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นกับความสูงของต้นไม้ (Harris, 1983)



รูปที่ 6.7 ลำต้นที่เปลี่ยนหน้าที่ไป ( Janick .et.al.1974 )

นั่นคือ การเจริญหรือเกิดการแบ่งเซลล์ของ meristem 2 ชนิด คือ vascular cambium และ cork cambium

### ลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่

ลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่ มีการจัดเรียงของระบบท่อลำเลียงน้ำและท่อลำเลียงอาหาร เป็นรัศมีวงกลม ไม่กระจายกระจายเหมือนพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และการเจริญ ของ vascular bundle มีการเจริญชั้นที่1 และชั้นที่2 ทำให้สามารถขยายขนาดทางด้านข้างของลำต้นได้ ลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่ จึงมีขนาดใหญ่ขึ้นได้ตามลักษณะทางพันธุกรรมที่มีอยู่ในพืชชนิดนั้น ๆ เป็นตัวควบคุม

## คำถามบทที่ 6

1. ระบบท่อลำเลียงน้ำและอาหารของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวกับใบเลี้ยงคู่แตกต่างกันอย่างไร อธิบายและวาดรูปประกอบการอธิบาย
2. การเจริญของเนื้อเยื่อส่วนปลายของพืชใบเลี้ยงคู่กับใบเลี้ยงเดี่ยวแตกต่างกันอย่างไร
3. อธิบายคำว่า คอลอยอดคั่วน มีความหมายอย่างไร
4. เพราะเหตุใดค้ำข้างของลำต้น จึงเกิดค้ำข้างได้
5. ความสูงของต้นไม้กับเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร และคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นควรมีค่าเท่าใด ในต้นไม้ที่ปลูกลงดิน ต้นไม้ที่ปลูกในภาชนะขนาดต่างๆ
6. อธิบายคำว่าแคมเบียม และความสำคัญของแคมเบียม อุปสรรคที่สำคัญต่อการ