

โครงสร้างและหน้าที่ของพืชมีดอก



รายวิชาชีววิทยา2(ว30243)ครูผู้สอน :สุรัสวดี นิลกิจ

เนื้อหาการเรี ยนรู้

- โครงสร้างและหน้าที่ของพืชมีดอก
- การลำเลียงของพืช
- การสังเคราะห์ด้วยแสง
- การสืบพันธุ์ของพืชดอก
- การตอบสนองของพืช

โครงสร้างของพืชประกอบด้วย



ราก(root)

ลำต้น(stem)

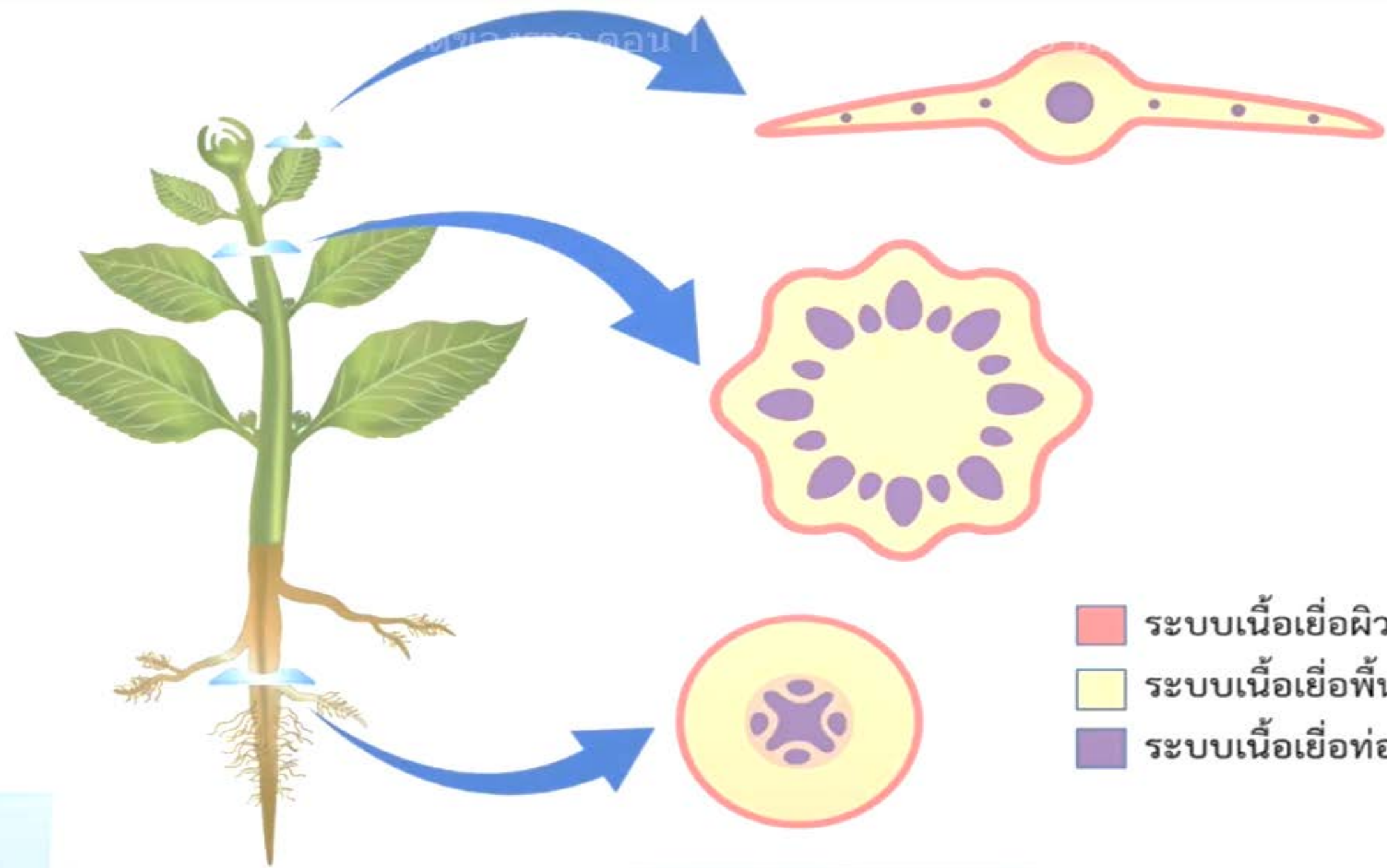
ใบ(leaf)

ดอก (Flower)

ผล (Fruit)

ใบ (Leaf)

ผล (Fruit)



- ระบบเนื้อเยื่อผิว
- ระบบเนื้อเยื่อพื้น
- ระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง

เนื้อเยื่อถาวร



โครงสร้างของพืชประกอบด้วย



ราก (Root)

ราก(root)

ลำต้น(stem)

ใบ(leaf)

ดอก (Flower)

ผล (Fruit)

โครงสร้างและหน้าที่ของราก



จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายโครงสร้างภายนอก และบอกหน้าที่ของรากพืชดอก
2. สังเกต และอธิบายโครงสร้างของปลายรากตัดตามยาว
3. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงคู่และราก พืชใบเลี้ยงเดี่ยวตัดตามขวาง

การเพาะเมล็ดพืชเพื่อศึกษาโครงสร้างราก



การเพาะเลี้ยงในกล่อง
พลาสติกใส



เมล็ดถั่วเปียกบนทิชชูที่ชุ่มน้ำ



เมล็ดข้าวโพดบนทิชชูที่ชุ่มน้ำ

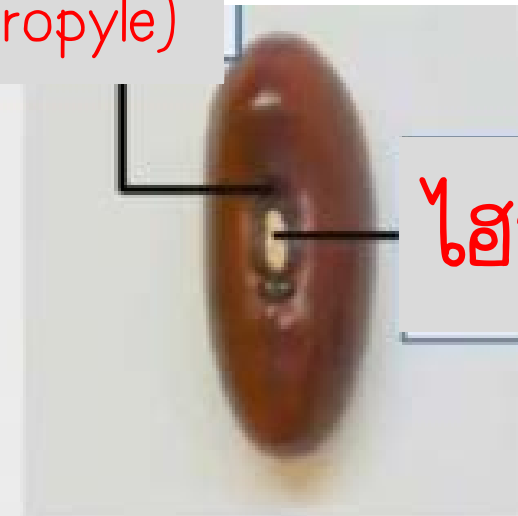
การเพาะเมล็ดพืชเพื่อศึกษาโครงสร้างราก

คำถาม ? ?

- ส่วนใดของเมล็ดที่งอกออกมาทีแรก
- งอกออกมาจากตำแหน่งใดของเมล็ด
- ตำแหน่งที่งอกของเมล็ดถั่วเปียกและเมล็ดข้าวโพดเหมือนกันหรือไม่อย่างไร

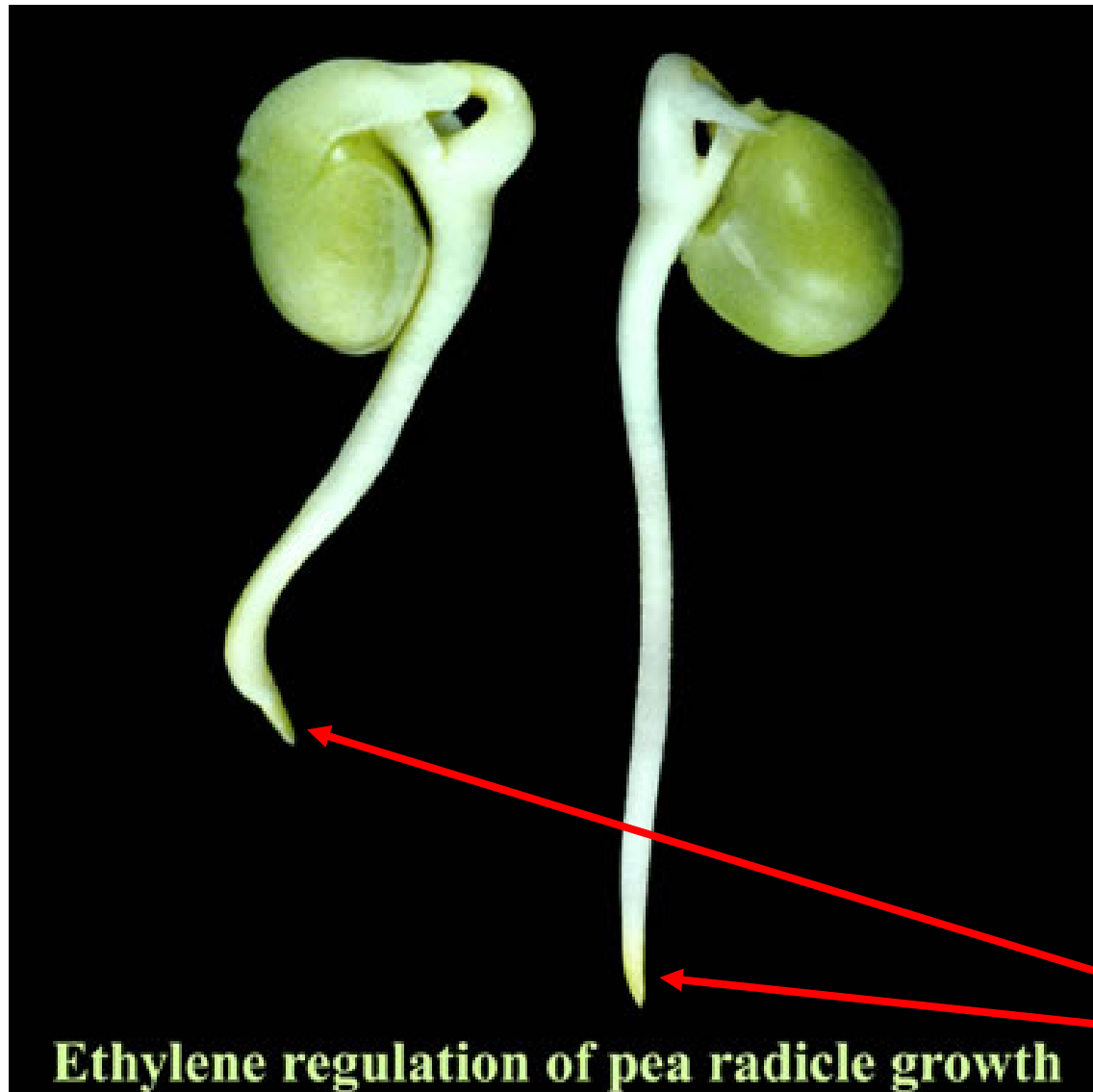
ไมโครไพล์(micropyle)

ไฮลัม(hilum)



1. ราก (Root)

ราก เป็นอวัยวะที่เจริญมาจาก ต้นอ่อน ส่วนเรดิเคิล (Radicle)

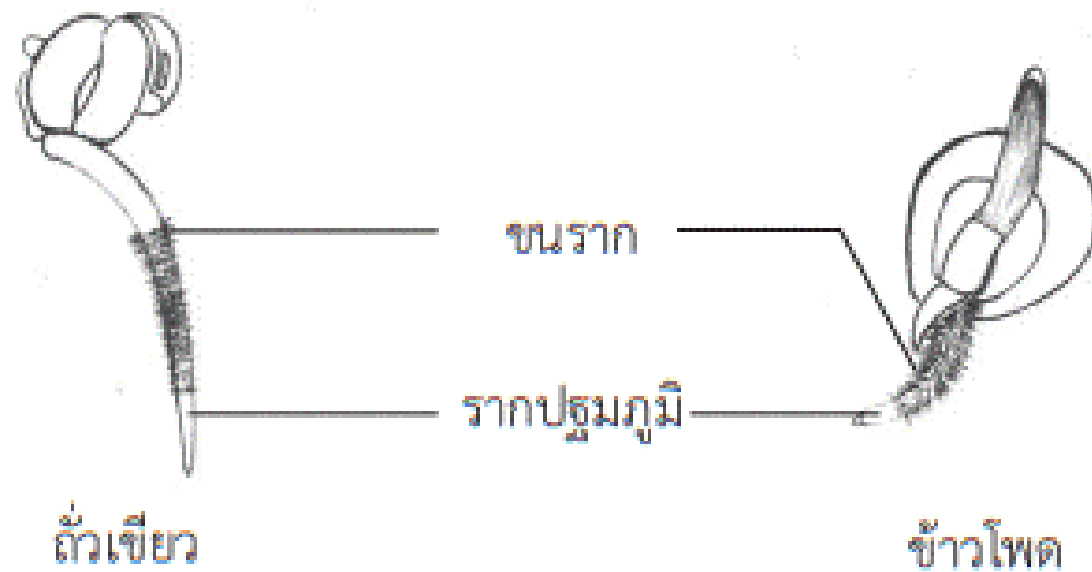


รากของพืชมีหน้าที่สำคัญ คือ ยึดลำต้นให้ติดอยู่กับพื้นดิน ทำหน้าที่ดูดซึมน้ำและแร่ธาตุ ๆ จากดิน ส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของลำต้น รากของพืชบางชนิดทำหน้าที่สะสมอาหาร ราก เช่นนี้จะมีลักษณะเป็นหัว เช่น หัวไชเท้า แครอท มันเทศ มันแกว ต้อยติ่ง กระจ่าง ถั่วพู เป็นต้น รากพืชบางชนิดมีสีเขียว จึงสังเคราะห์ด้วยแสงได้ เช่นรากกล้วยไม้ รากบางชนิดทำหน้าที่ค้ำจุน (Prop root) เช่นไทรย้อย เตย ลิ้นจี่ก โกงกาง รากบางชนิดทำหน้าที่เกาะ (Climbing root) เช่น รากพลู พลูด่าง พริกไทย กล้วยไม้ เป็นต้น

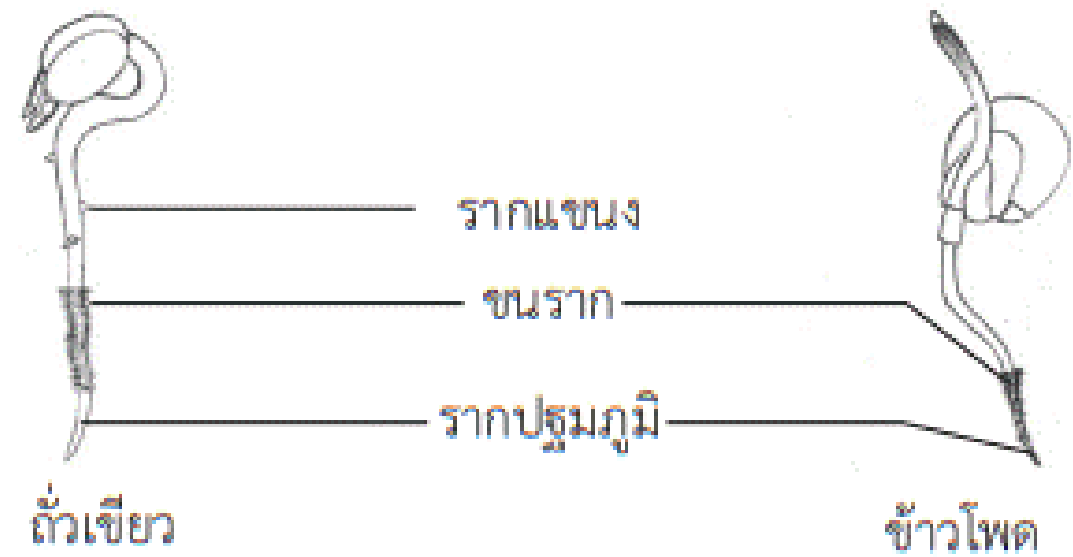
Radicle

การงอกของถั่วเขียวและข้าวโพด

วันที่ 1

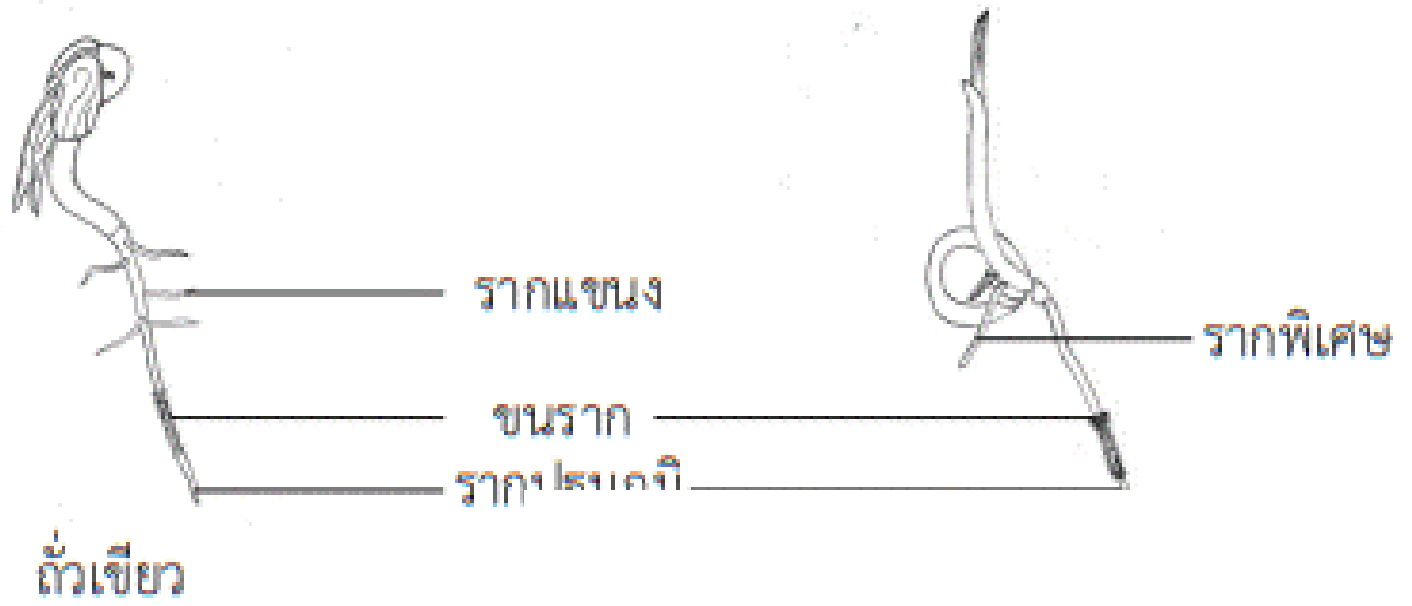


วันที่ 2



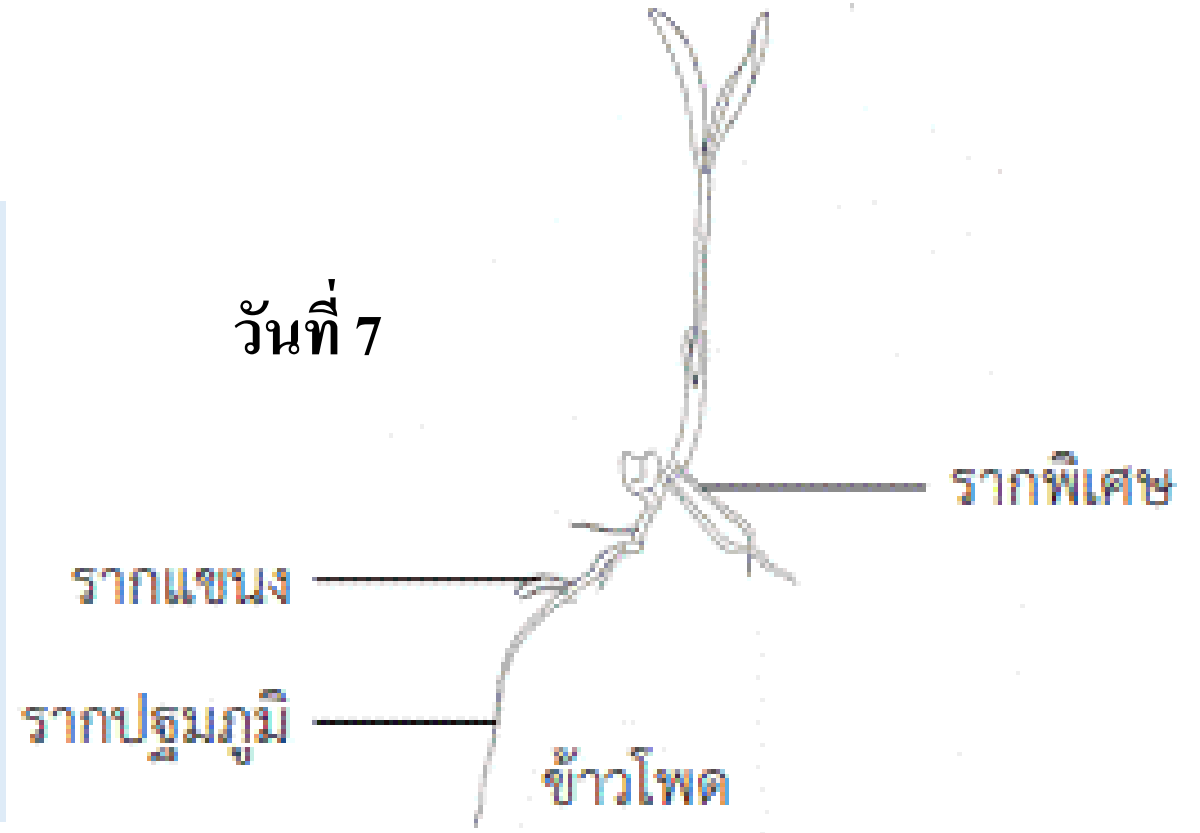
การงอกของถัวยี่งและข้าวโพด

วันที่ 3



ถัวยี่งและข้าวโพดงอกรากที่โผล่พ้นเมล็ดออกมาก่อนคือ รากปฐมภูมิหรือ รากแก้ว และจะมีรากทุติยภูมิหรือรากแขนง เจริญออกมาจากรากปฐมภูมิส่วนที่ต่างกันคือ ข้าวโพดจะมี รากปฐมภูมิหรือรากแก้วเจริญออกมาช่วงระยะหนึ่งแล้วจะ หยุดการเจริญเติบโต แต่จะมีรากพิเศษงอกออกมาจาก บริเวณอื่นอีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งไม่พบลักษณะนี้ในถัวยี่ง

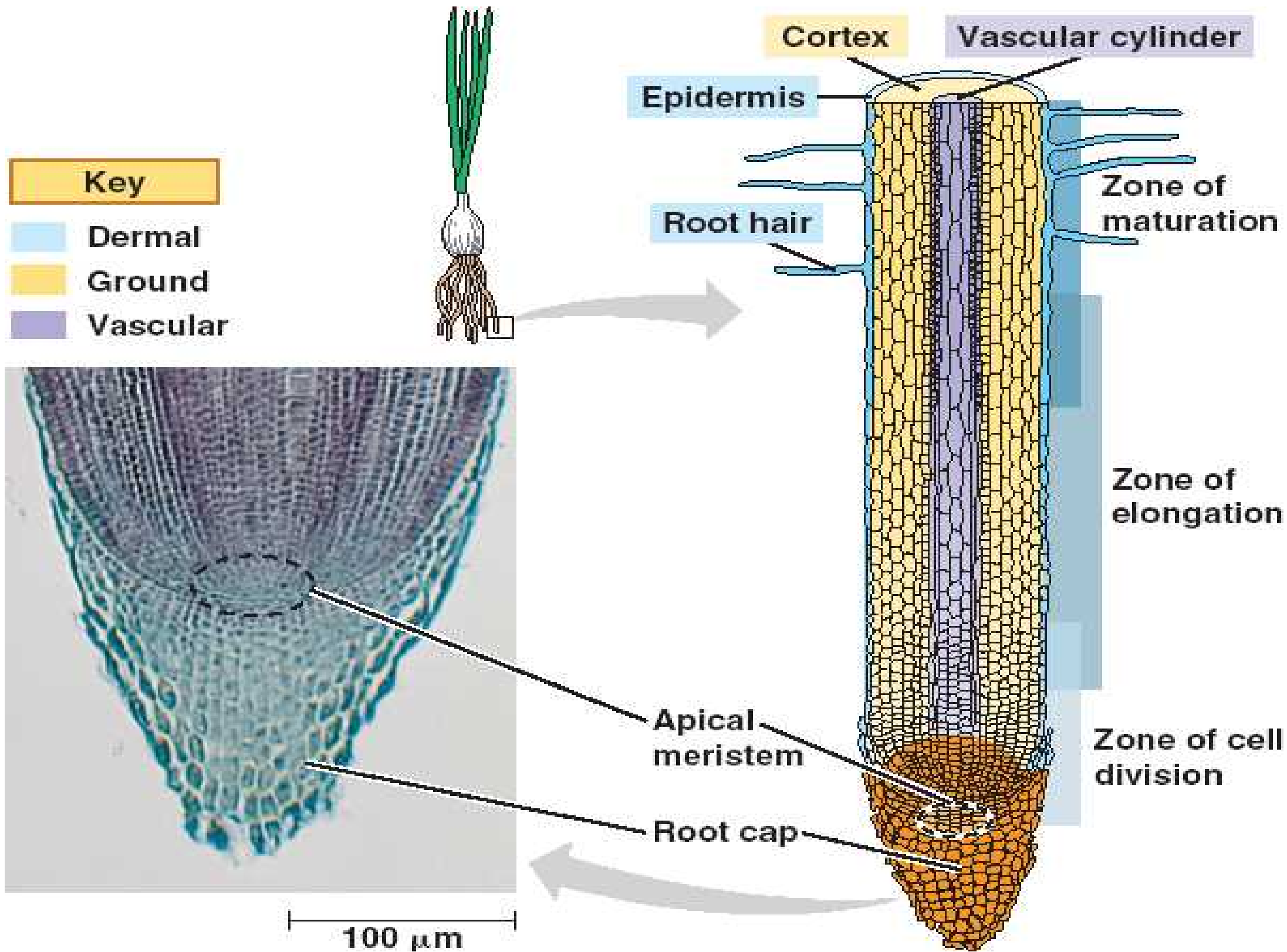
วันที่ 7



โครงสร้างของรากบริเวณปลายราก

- แบ่งได้ 4 บริเวณ คือ
 - 1.1 บริเวณหมวกราก (Root cap)
 - 1.2 บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว (Region of cell division)
 - 1.3 บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว (Region of cell elongation)
 - 1.4 บริเวณเซลล์เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะ (Region of cell differentiation and maturation)





Key

- Dermal
- Ground
- Vascular

Cortex

Vascular cylinder

Epidermis

Root hair

Zone of maturation

Zone of elongation

Zone of cell division

Apical meristem

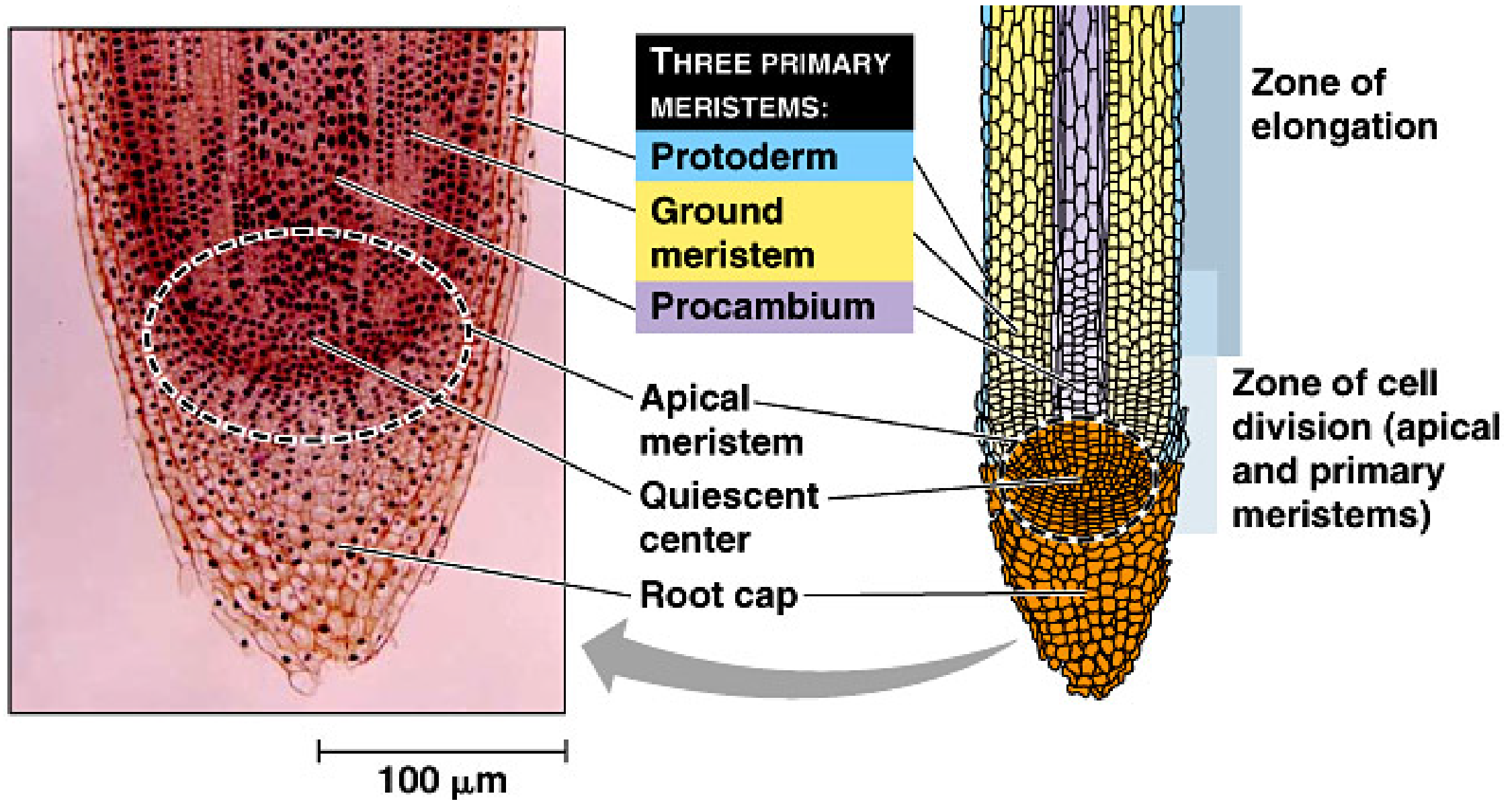
Root cap

100 μm

KEY

- Dermal
- Ground
- Vascular

เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายราก



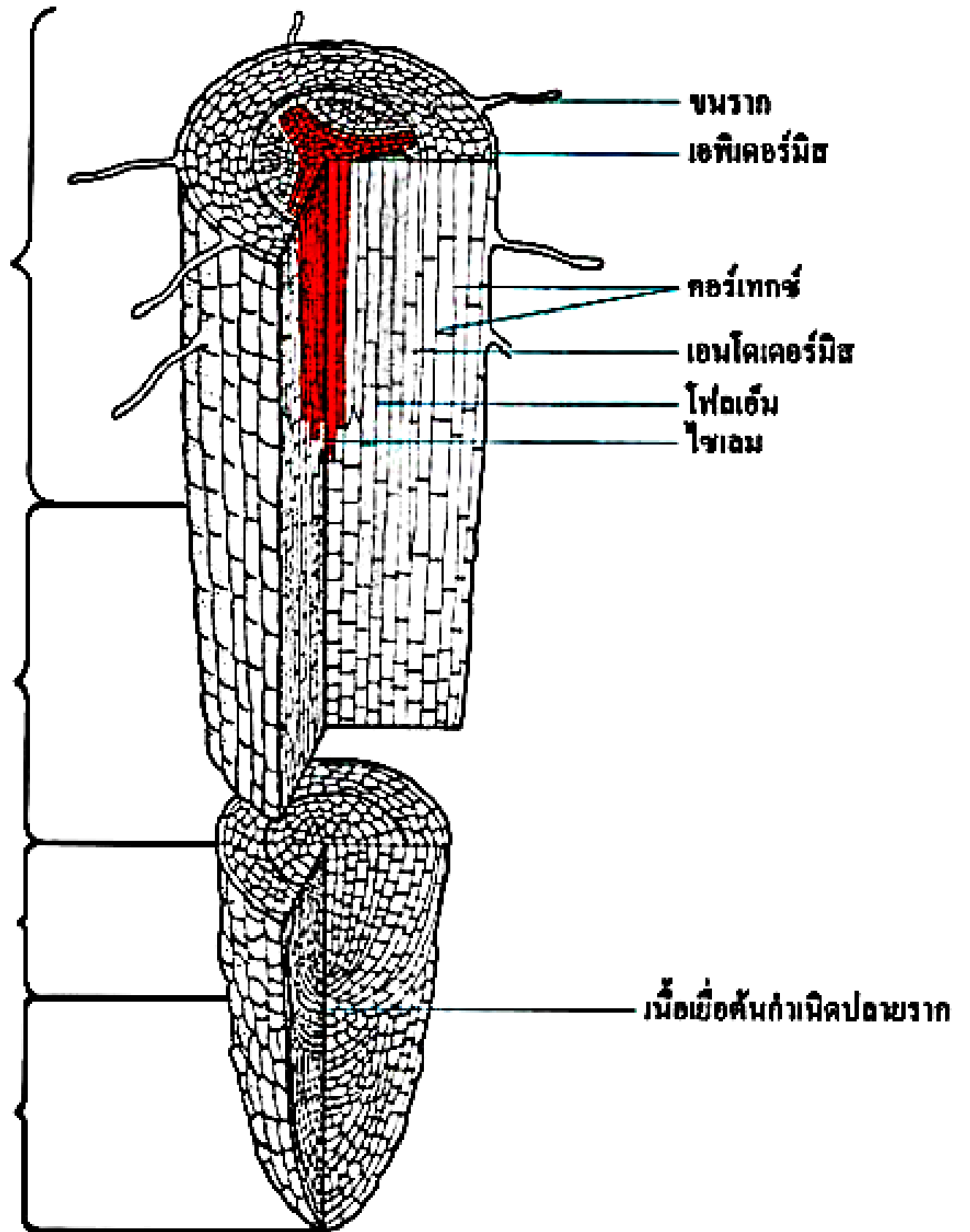
ปลายรากใบเลี้ยงเดี่ยวตัดตามยาว

บริเวณเซลล์มีการเปลี่ยนแปลง
ไปทำหน้าที่เฉพาะ และเจริญ
เติบโตเต็มที่

บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว

บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว

บริเวณทิวกราก



โครงสร้างภายในของรากที่มาจากปลายสุดของรากขึ้นไป แบ่งเป็นบริเวณต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

บริเวณหมวกราก (Root cap)

- 1.1 บริเวณหมวกราก (Root cap) ประกอบด้วยเซลล์ พาราเอนคิมา (Parenchyma) หลายชั้น เรียงตัวกันอย่างหลวมๆ ผนังค่อนข้างบาง มีแวคิวโอลขนาดใหญ่ ที่ปกคลุมเนื้อเยื่อเจริญที่ปลายรากที่อ่อนแอไว้ สามารถผลิตเมือกได้ ทำให้หมวกรากชุ่มชื้น และอ่อนตัว สะดวกต่อการงอกไซ สามารถป้องกันอันตรายให้กับบริเวณที่อยู่เหนือขึ้นไปได้ เซลล์ในบริเวณนี้มีอายุสั้น เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีการฉีกขาดอยู่เสมอ
- ส่วนใหญ่รากพืชจะมีหมวกราก ซึ่งเป็นโครงสร้างที่สำคัญในการเบิกหน้า
- ส่วนอื่น ๆ ของรากลงไปในดิน เป็นการป้องกันส่วนอื่น ๆ ของรากไม่ให้เป็นอันตรายในการงอกลงดิน เซลล์บริเวณหมวกรากจะหลั่งเมือกสีน้ำตาล (Mucilage) ออกมา สำหรับให้ปลายรากแทงลงไปในดินได้ง่ายขึ้น

บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว (Region of cell division)

1.2 บริเวณเซลล์แบ่งตัว (Region of cell division) อยู่ถัดจากบริเวณหมวกรากขึ้นไป 1-2 mm ประกอบด้วย

- เซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญบริเวณปลายราก (Apical root meristem) เซลล์มีขนาดเล็ก มีผนังเซลล์บาง ในแต่ละเซลล์มี โพรโทพลาซึม เข้มข้นและมีปริมาณมากเป็น บริเวณที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (Mitosis) บางเซลล์ที่แบ่งได้จะทำหน้าที่ แทนเซลล์หมวกรากที่ตายไปก่อน
- บางส่วนจะยึดตัวยาวขึ้นแล้วอยู่ในบริเวณเซลล์ยึดตัวที่เป็นส่วนที่อยู่สูงขึ้นไป เป็น บริเวณของเนื้อเยื่อเจริญ จึงมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เพื่อเพิ่มจำนวน โดย ส่วนหนึ่งเจริญเป็นหมวกราก อีกส่วนเจริญเป็นเนื้อเยื่อ ที่อยู่สูงถัดขึ้นไป

บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว (Region of cell elongation)

1.3 บริเวณเซลล์ยืดตัวตามยาว (Region of cell elongation)

ประกอบด้วย เซลล์ที่มีรูปร่างยาว ซึ่งเกิดมาจากเซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญที่แบ่งตัวแล้ว อยู่ในบริเวณที่สูงกว่าบริเวณเนื้อเยื่อเจริญ การที่เซลล์ขยายตัวตามยาวทำให้รากยาวเพิ่มขึ้น

บริเวณเซลล์เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะ (Region of cell differentiation and maturation)

1.4 บริเวณเซลล์เจริญเติบโตเต็มที่ (Region of cell differentiation and maturation) อยู่สูงสุด
จากบริเวณเซลล์ยึดตัวขึ้นมา เซลล์ในบริเวณนี้เจริญเติบโตเต็มที่แล้วมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเยื่อ
ถาวรชนิดต่าง ๆ



- ในบริเวณนี้มีเซลล์ขนราก (Root hair cell) เป็นเซลล์เดี่ยวที่มีขนราก
- เป็นส่วนหนึ่งของผนังเซลล์ยื่นออกไปเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมน้ำและแร่ธาตุ
- เซลล์ขนรากเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ เอพิเตอร์มิส บางเซลล์ เซลล์ขนรากจะมีอยู่เฉพาะบริเวณนี้เท่านั้น เซลล์ขนรากมีอายุประมาณไม่เกิน 7-8 วัน แล้วจะเหี่ยวแห้งหายไป
- ขนรากในบริเวณเดิมจะมีเซลล์ใหม่สร้างเซลล์ขนรากขึ้นมาแทนที่ เนื้อเยื่อที่อยู่บริเวณนี้เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อเจริญไปเป็นเนื้อเยื่อถาวรชนิดต่าง ๆ ต่อไป

การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อราก

- เซลล์บริเวณเขนราก เป็นเซลล์ที่เริ่มแก่ตัวแล้วเจริญไปเป็นเนื้อเยื่อถาวรชนิดเนื้อเยื่อถาวรขั้นต้น (Primary permanent tissue) บริเวณเขนรากประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชนิดคือ
- เอพิเดอร์มิส (Epidermis)
- คอร์เทกซ์ (Cortex)
- แลสตีล (Stele)

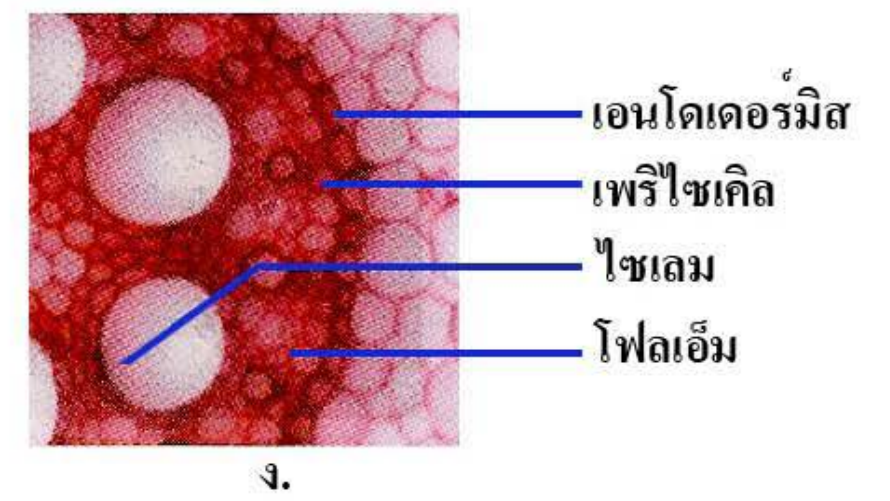
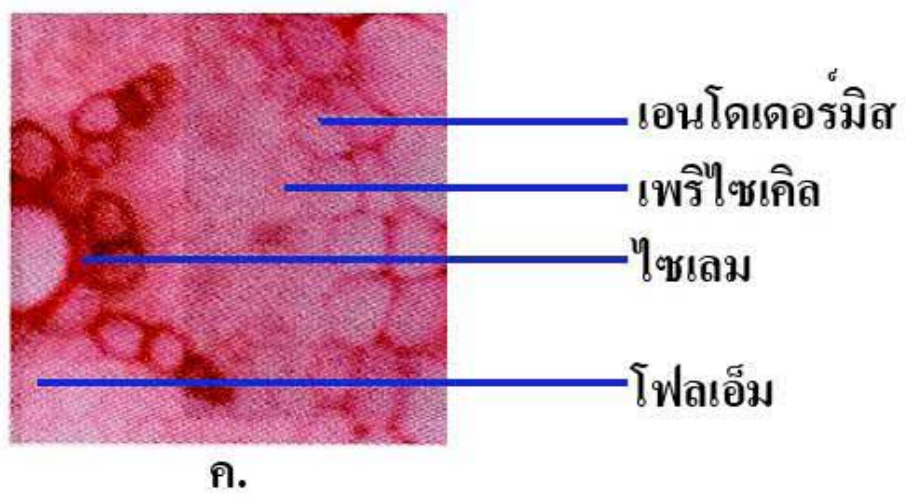
โครงสร้างตัดตามขวางของรากที่เจริญเติบโตปฐมภูมิ (Primary growth)

- แบ่งศึกษา เป็น 2 กรณี คือ
 - โครงสร้างตัดตามขวางของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
 - โครงสร้างตัดตามขวางของรากพืชใบเลี้ยงคู่

***ซึ่งสามารถแยกเป็นบริเวณ หรือชั้นต่างๆตามลักษณะเซลล์ที่เห็นได้ 3 บริเวณ ดังนี้

2. โครงสร้างภายในของราก

- เนื้อเยื่อของรากพืชใบเลี้ยงคู่และใบเลี้ยงเดี่ยว เมื่อตัดตามขวางแล้วนำไป
- ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการเรียงตัวของเนื้อเยื่อเป็นชั้น ๆ เรียงจากด้านนอกเข้าสู่ด้านใน ดังนี้



แสดงรากตัดตามขวางแสดงการเจริญเติบโตขั้นแรก

- ก. รากพืชใบเลี้ยงคู่ (ถั่วเขียว)
- ข. รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข้าวโพด)

- ค. รากพืชใบเลี้ยงคู่ขยาย (ถั่วเขียว)
- ง. รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวขยาย (ข้าวโพด)

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548, หน้า 10)

การจัดเรียงโครงสร้างภายในของราก

1. เอพิเดอร์มิส (Epidermis)

2. คอร์เท็กซ์ (Cortex)

2.1 เอนโดเดอร์มิส (Endodermis)

3. สตีล (Stele) ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

3.1 เพอริไซเคิล (Pericycle)

3.2 มัดท่อลำเลียง (Vascular cambium) ประกอบด้วย

- ไซเล็ม (Xylem) ใช้อำนาจนำน้ำและแร่ธาตุ

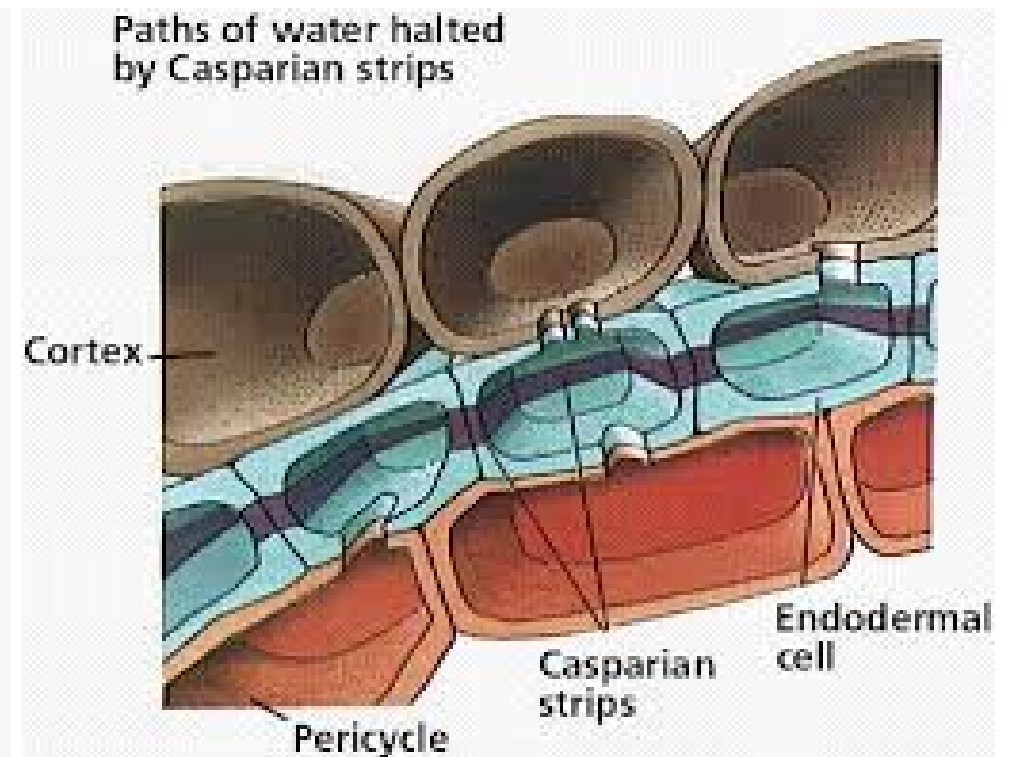
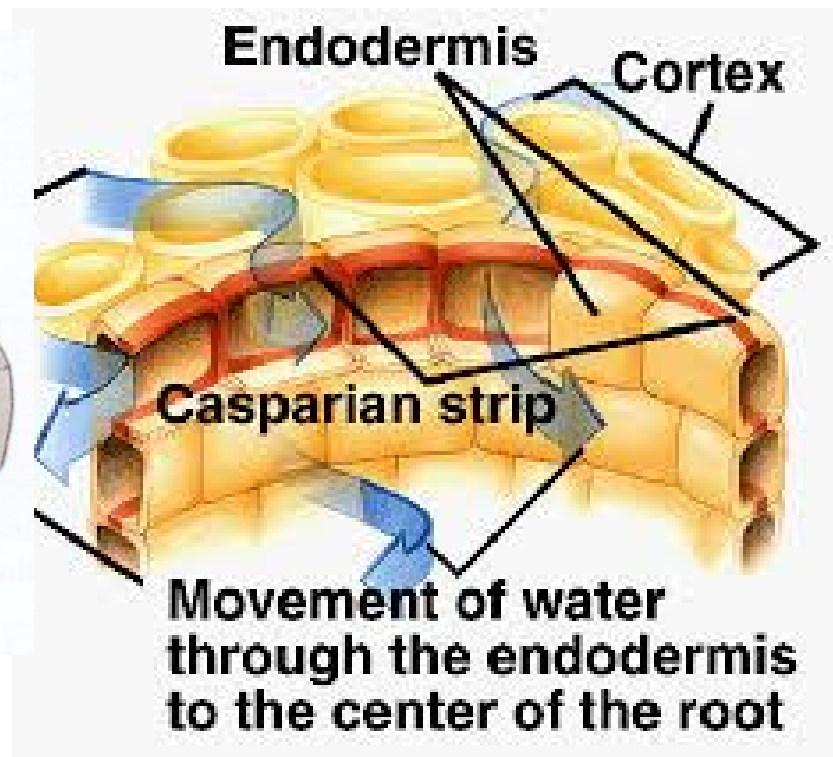
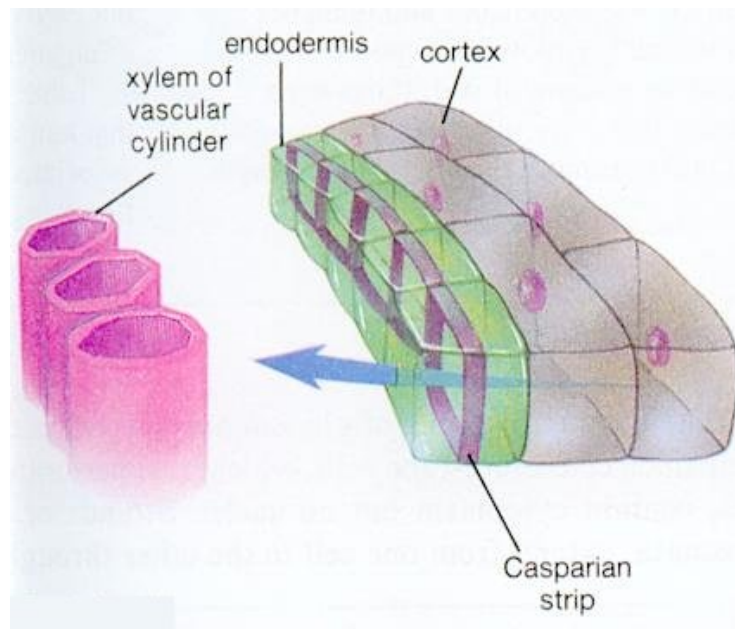
- โฟลเอ็ม (Phloem) ใช้อำนาจนำอาหาร

*** ถึงแม้ว่ารากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่จะมี 3 ชั้นเหมือนกัน แต่ก็มีบางส่วนที่แตกต่างกัน

การจัดเรียงโครงสร้างภายในของราก

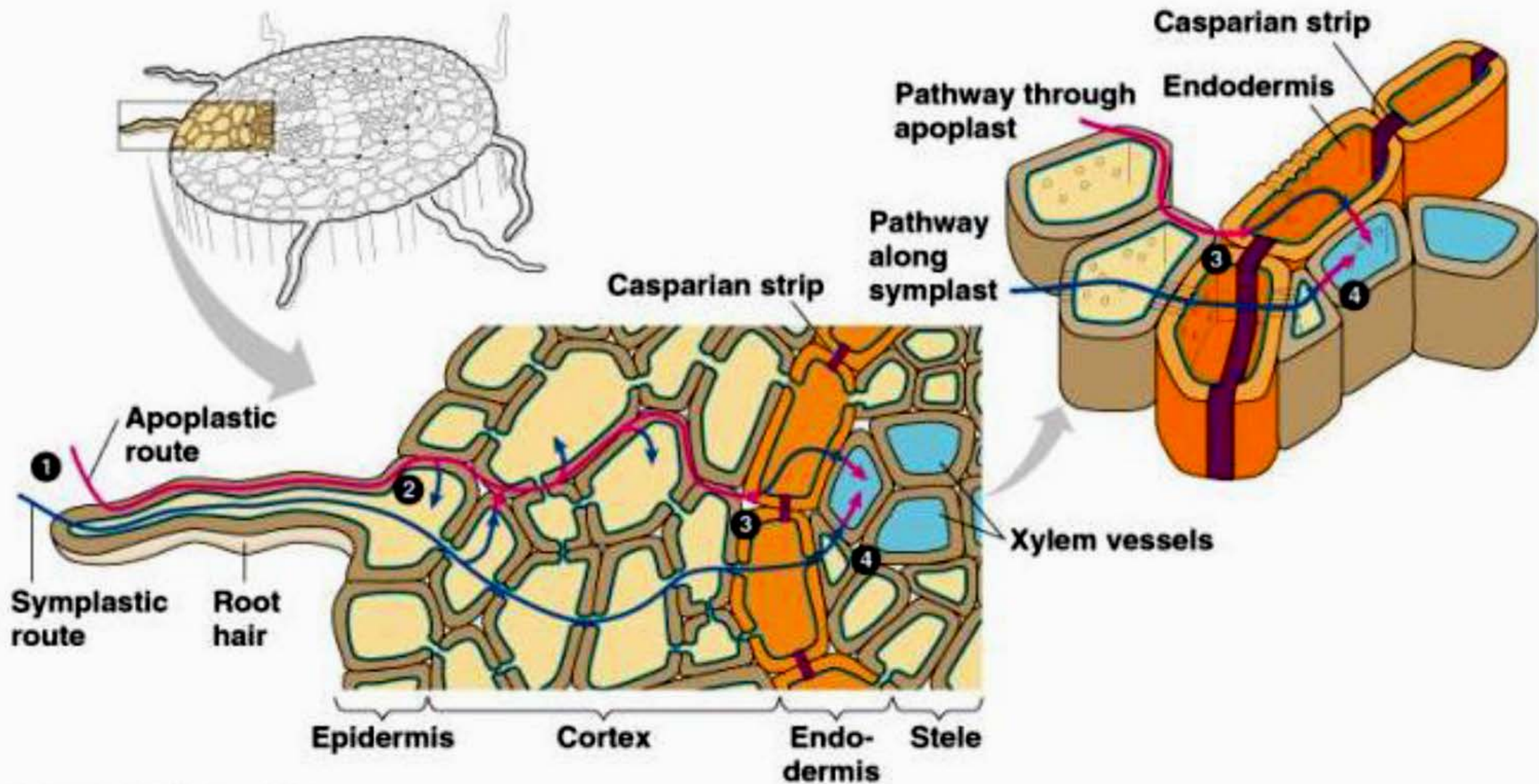
- 1. เอพิเดอร์มิส (Epidermis) เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ชั้นนอกสุดมีการเรียงตัวของเซลล์เพียงชั้นเดียว แต่เรียงชิดกัน เซลล์มีผนังบางไม่มีคลอโรพลาสต์ มีแวคิวโอลขนาดใหญ่ บางเซลล์เปลี่ยนไปเป็นเซลล์ขนราก เอพิเดอร์มิส มีหน้าที่ป้องกันอันตรายให้แก่เนื้อเยื่อที่อยู่ภายในของรากของเอพิเดอร์มิส ช่วยดูดน้ำและแร่ธาตุ และป้องกันไม่ให้น้ำขั้รากมากเกินไป

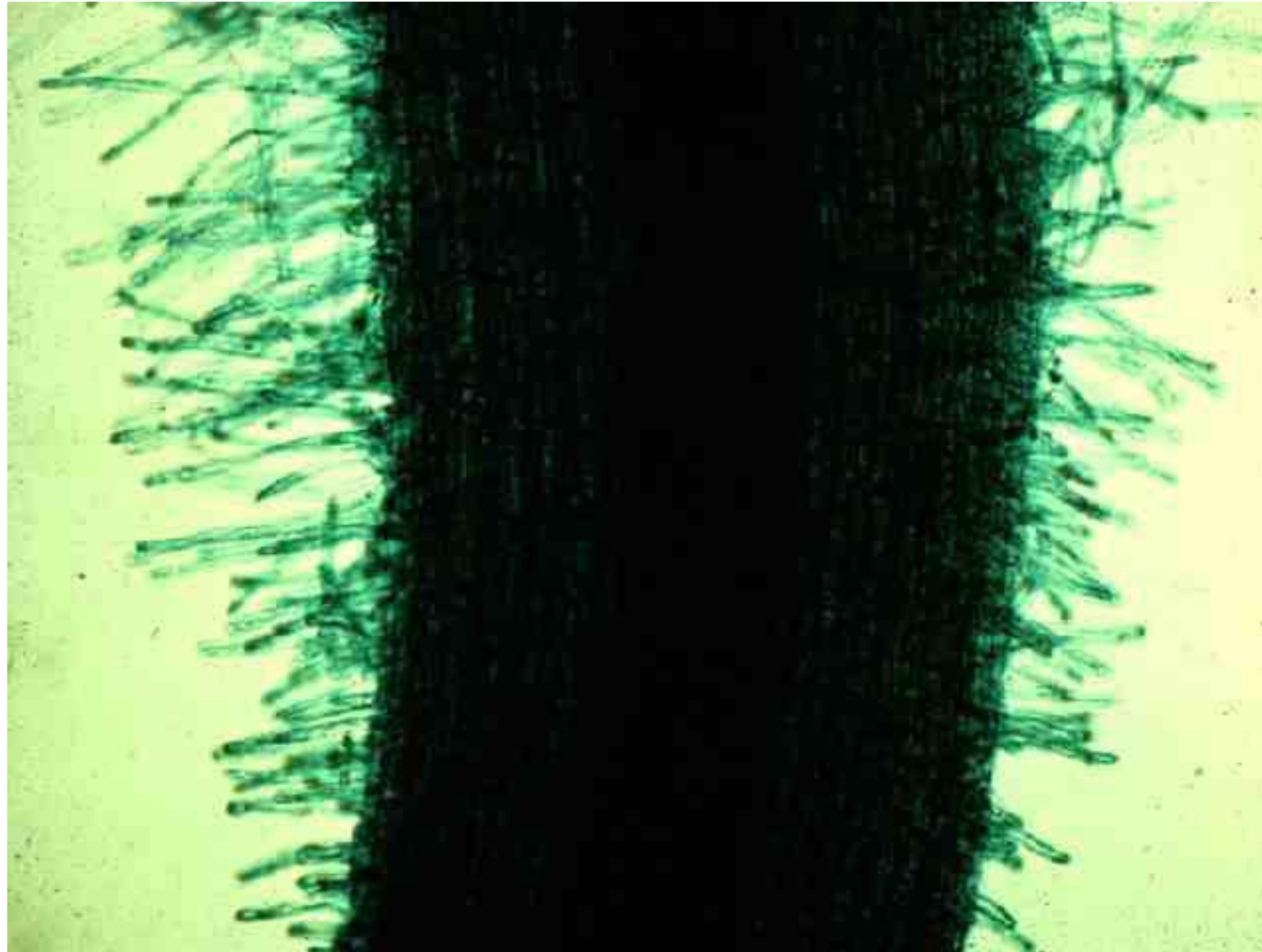
2. **คอร์เทกซ์ (Cortex)** อยู่ระหว่างชั้น เอพิเดอร์มิส และสตีล เนื้อเยื่อส่วนนี้ประกอบด้วยเซลล์พาราเควมา เป็นส่วนใหญ่ เซลล์เหล่านี้มีผนังบางอ่อนนุ่ม ผนังด้านในมีเซลล์พาราเควมา ทำหน้าที่สะสมน้ำและอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต **คอร์เทกซ์ในราก จะหนา** ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ คือ **เอินโดเดอร์มิส**



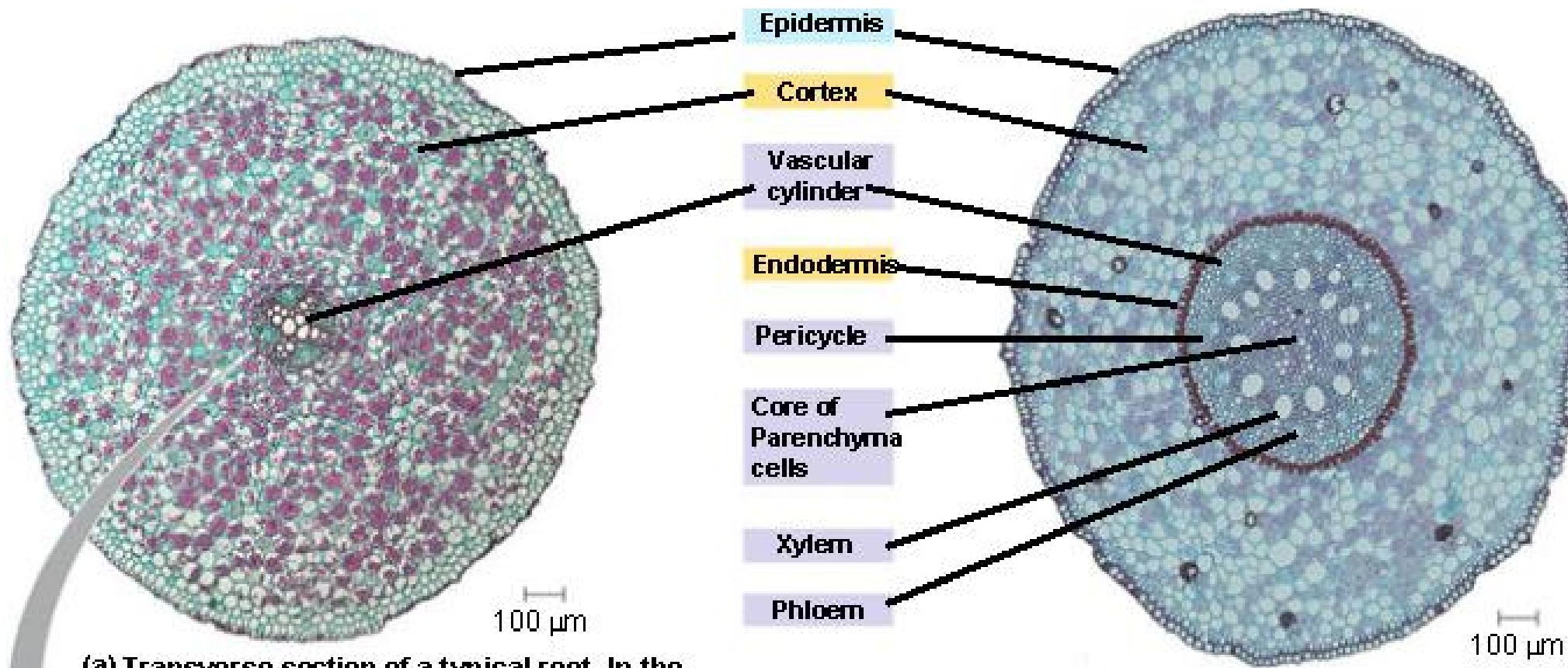
2.1 เอนโดเดอริมิส (Endodermis) เป็นเซลล์แถวเดียว

- อยู่ด้านในสุดของชั้น cortex
- ได้ชัดเจนในรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เซลล์ชั้นนี้
- เมื่อมีอายุมากขึ้นจะมีสารซูบอลิน (Suberin) หรือ ลิกนิน (Lignin) มาเคลือบทำให้ผนังหนาขึ้น (ผนังเซลล์ทุติยภูมิ)
- เป็นแถบหรือปลอกอยู่ เซลล์แถบหนาดังกล่าว เรียกว่า แคสพารีอันสตริป (Casparian strip) ควบคุมการลำเลียงน้ำในแนวระนาบ



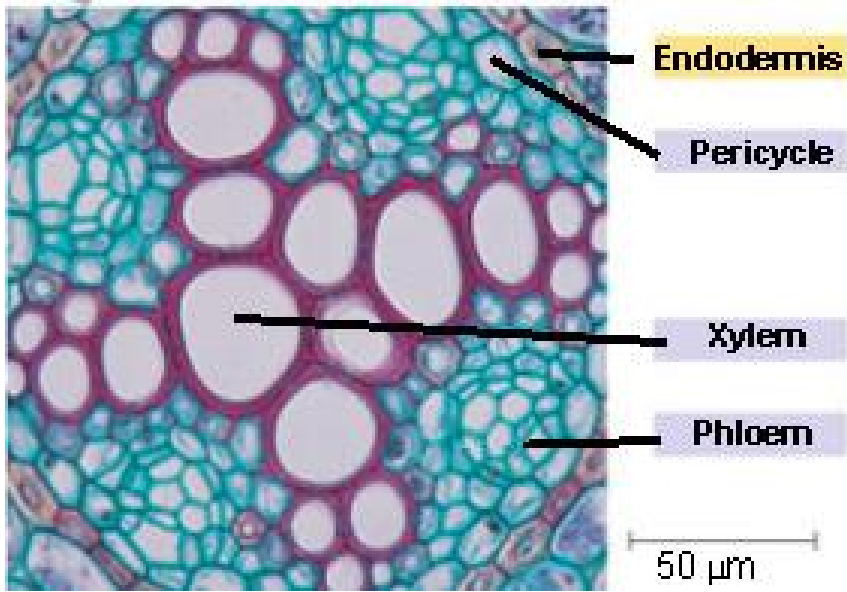


ภาพที่ 2-3 แสดง ขากราเป็นเซลล์ ที่เปลี่ยนมาจากเอพิเดอร์มิส (Koning, R.E., 1994)
ที่มา : http://plantphys.info/Plant_Biology/roots.html

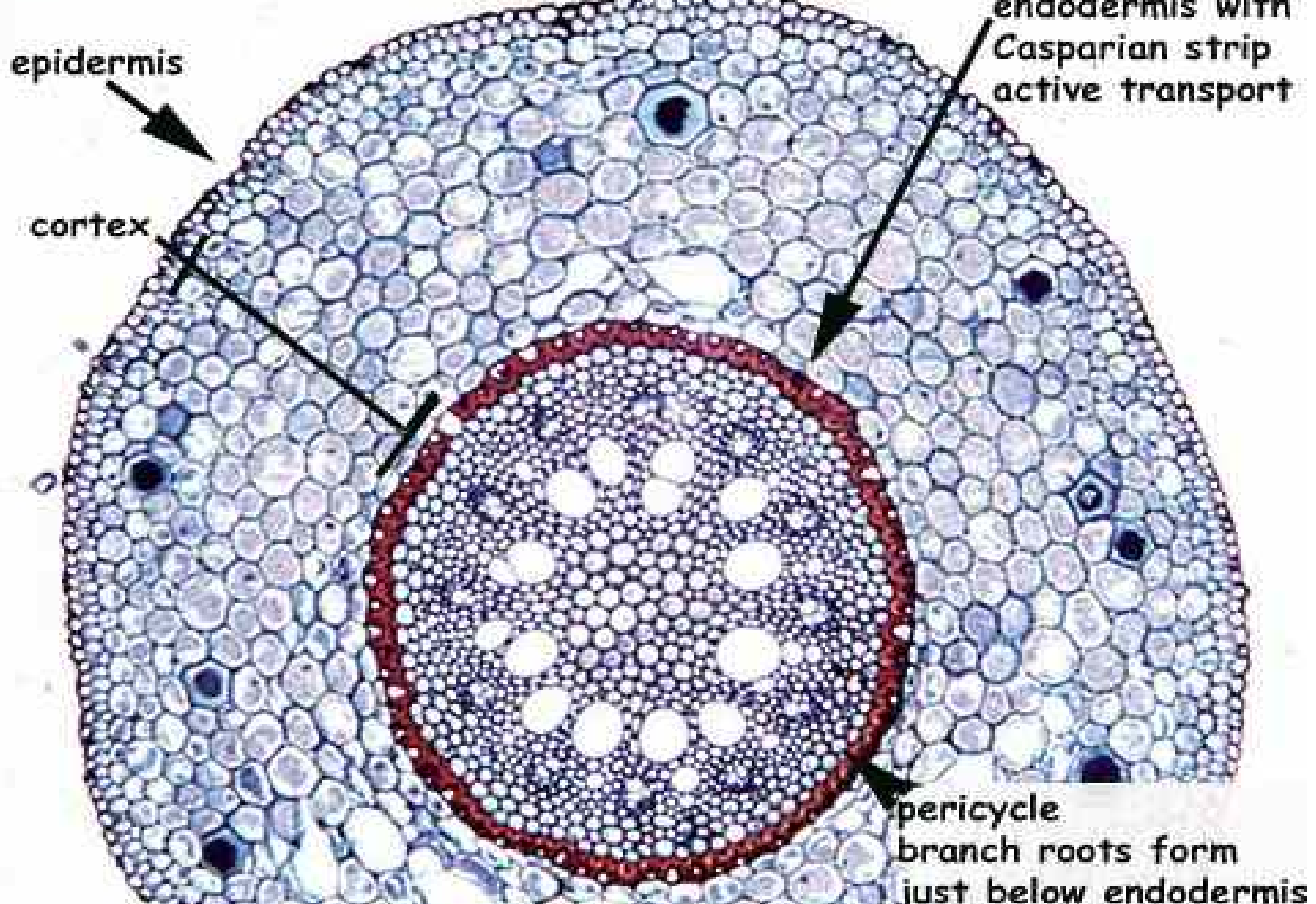


(a) Transverse section of a typical root. In the roots of typical gymnosperms and eudicots, as well as some monocots, the stele is a vascular cylinder consisting of a lobed core of xylem with phloem between the lobes.

(b) Transverse section of a root with parenchyma in the center. The stele of many monocot roots is a vascular cylinder with a core of parenchyma surrounded by a ring of alternating xylem and phloem.



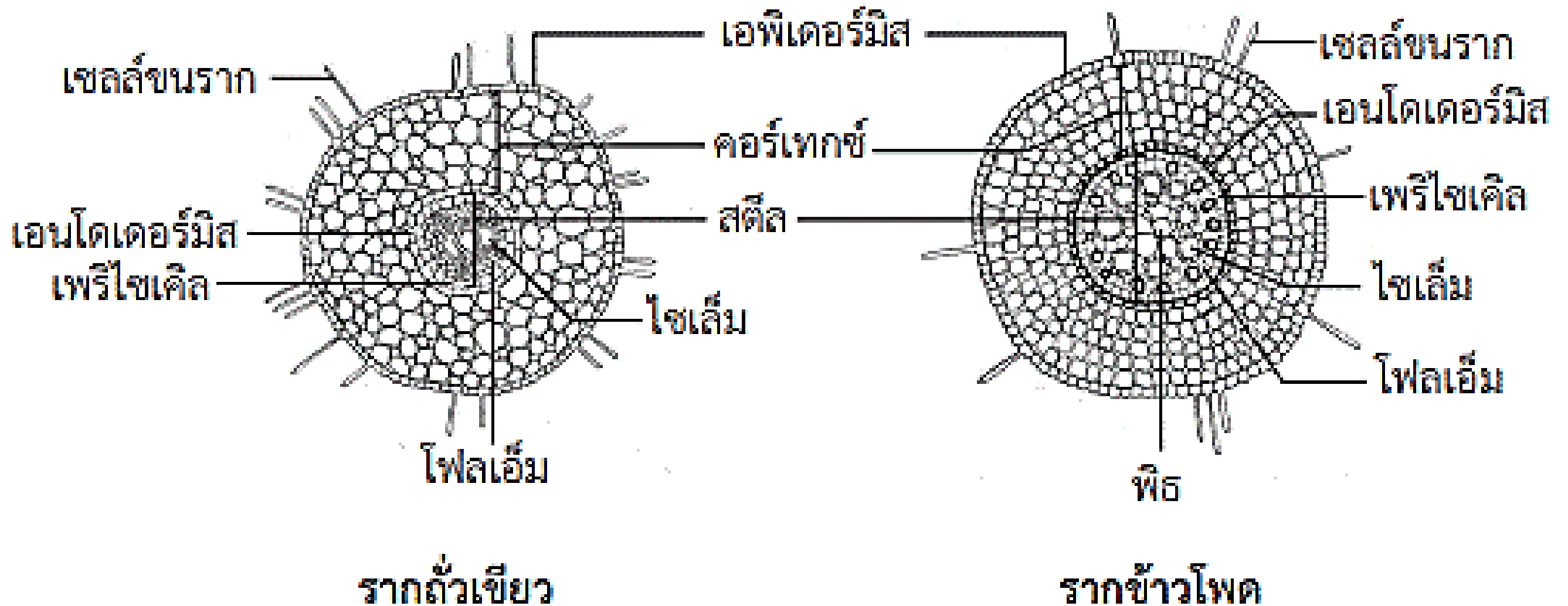
Key	
Light Blue	Dermal
Yellow	Ground
Purple	Vascular



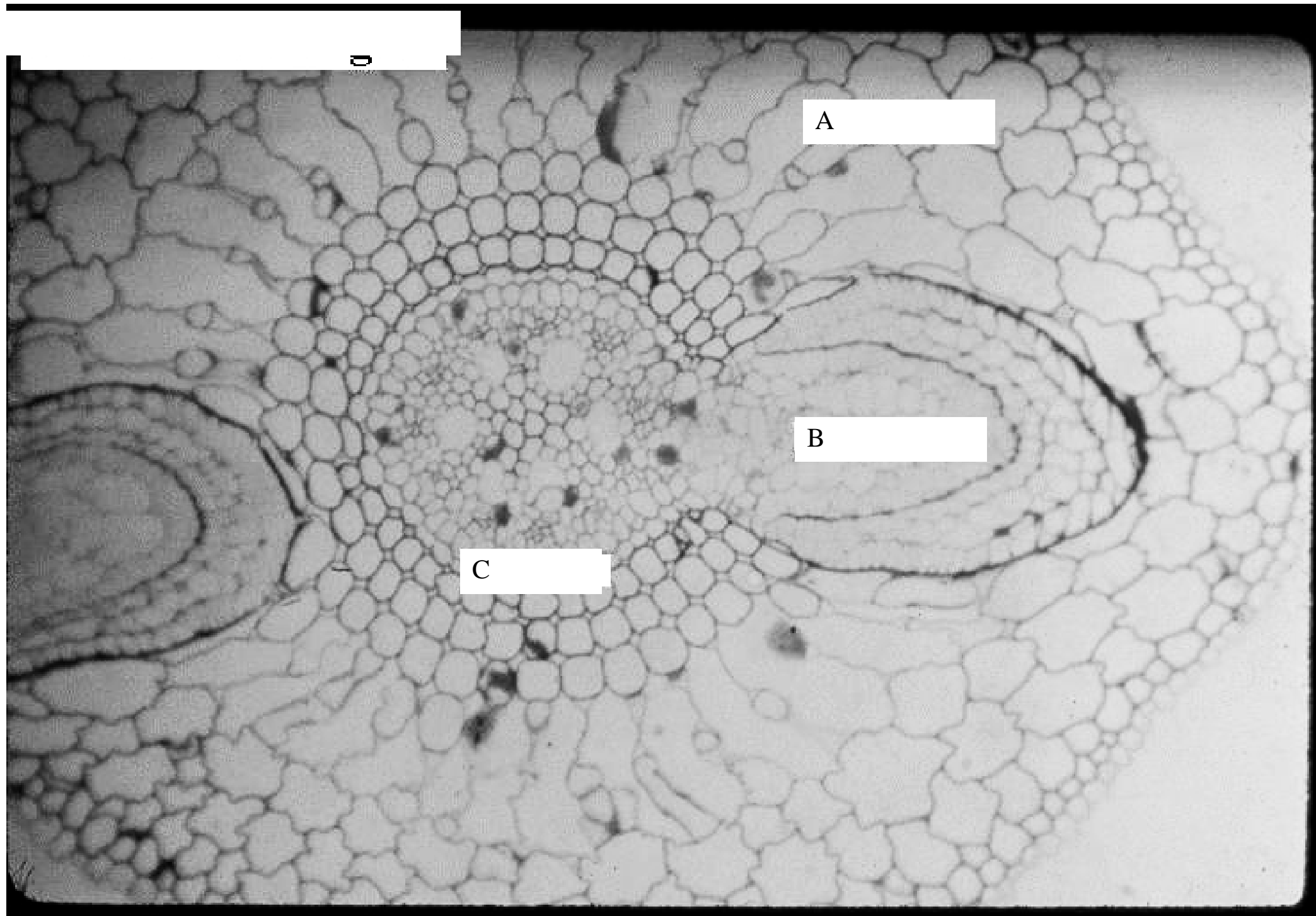
3. **สตีล (stele)** เป็นบริเวณที่อยู่ถัดจากชั้นแอนโตเตอร์มิสเข้าไปในราก พบว่าชั้นของสตีลแคบกว่าชั้นคอร์เทกซ์ ชั้นสตีลประกอบด้วยชั้นต่างๆ คือ

3.1 **เพริไซเคิล (pericycle)** เป็นชั้นของเซลล์ที่อยู่ถัดจากแอนโตเตอร์มิสเข้ามาเซลล์เรียงกันแถวเดียวหรือ 2 แถวเท่านั้น เพริไซเคิลเป็นจุดกำเนิดของรากแขนง พบได้ทั้งรากใบเลี้ยงคู่และรากใบเลี้ยงเดี่ยว รากพืชบางชนิดที่มีการเจริญเติบโตทุติยภูมิ เพริไซเคิลสามารถเปลี่ยนสภาพเป็นคอร์กแคมเบียได้

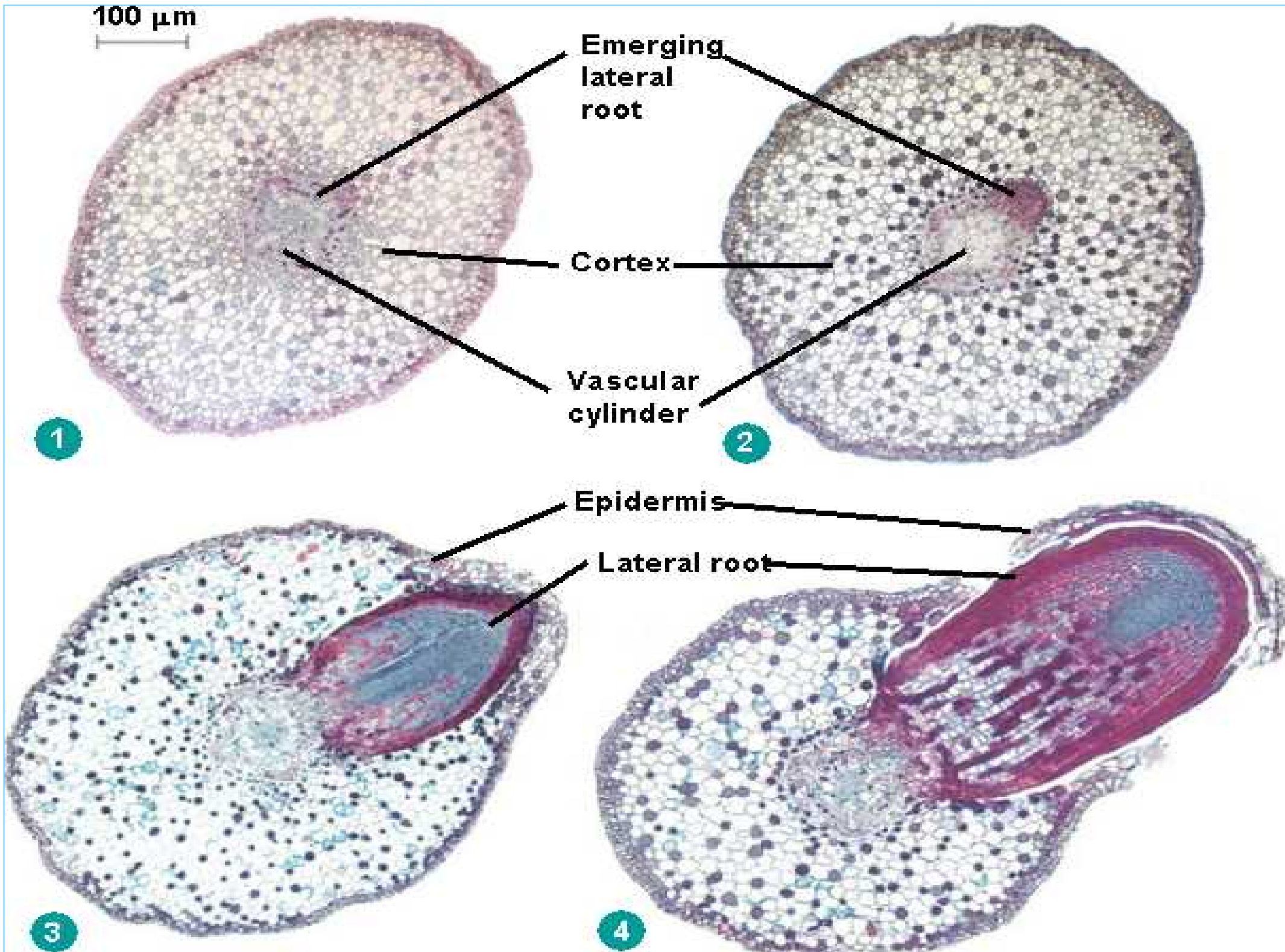
รากแก้วเขียวข้าวโพด ระยะปฐมภูมิตัดตามขวาง



จุดกำเนิดรากแขนง



100 μm



Emerging lateral root

Cortex

Vascular cylinder

Epidermis

Lateral root

1

2

3

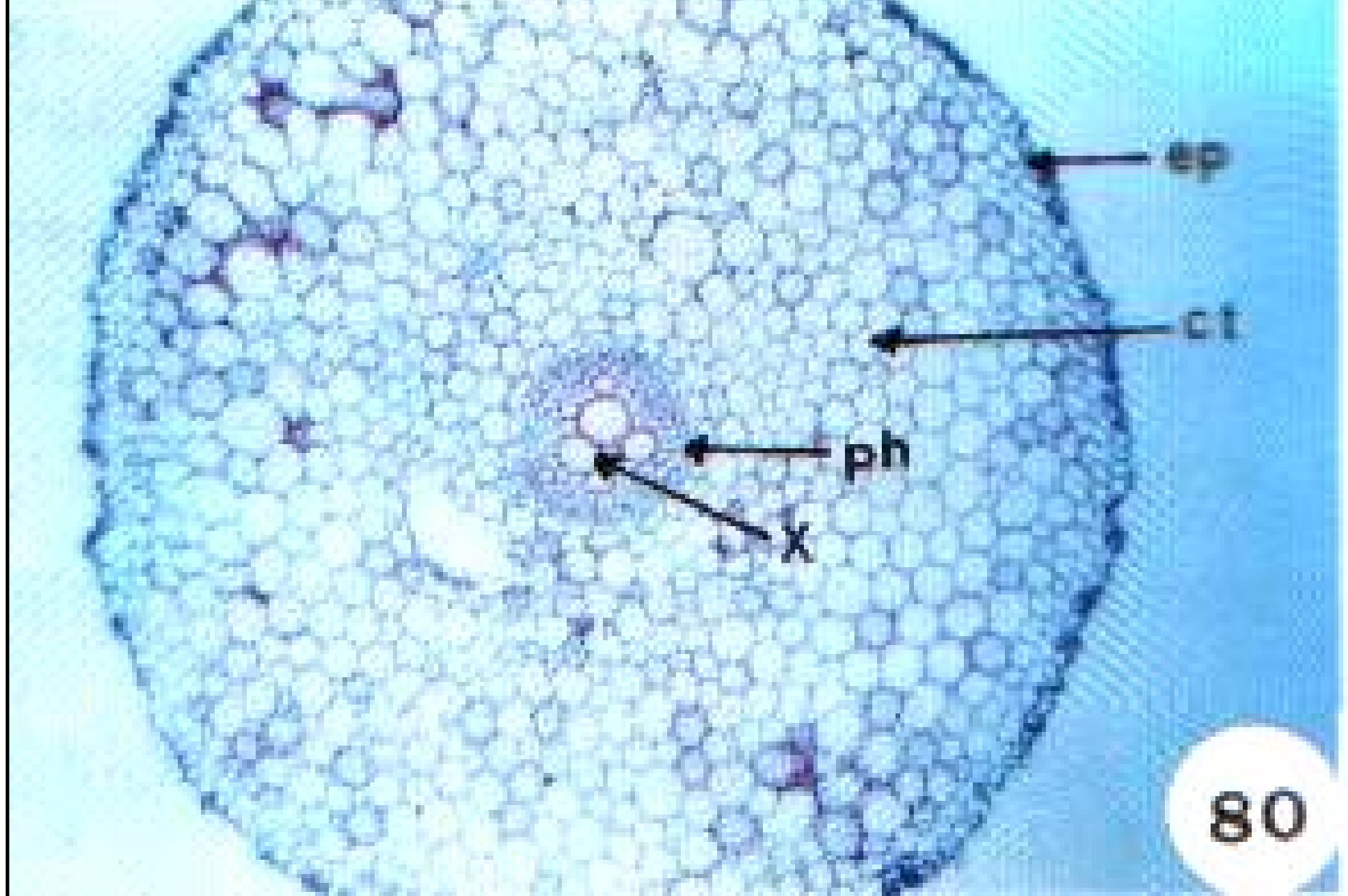
4

3.2 กลุ่มท่อลำเลียงหรือวาสคิวลาร์บันเดิล (vascular bundle)

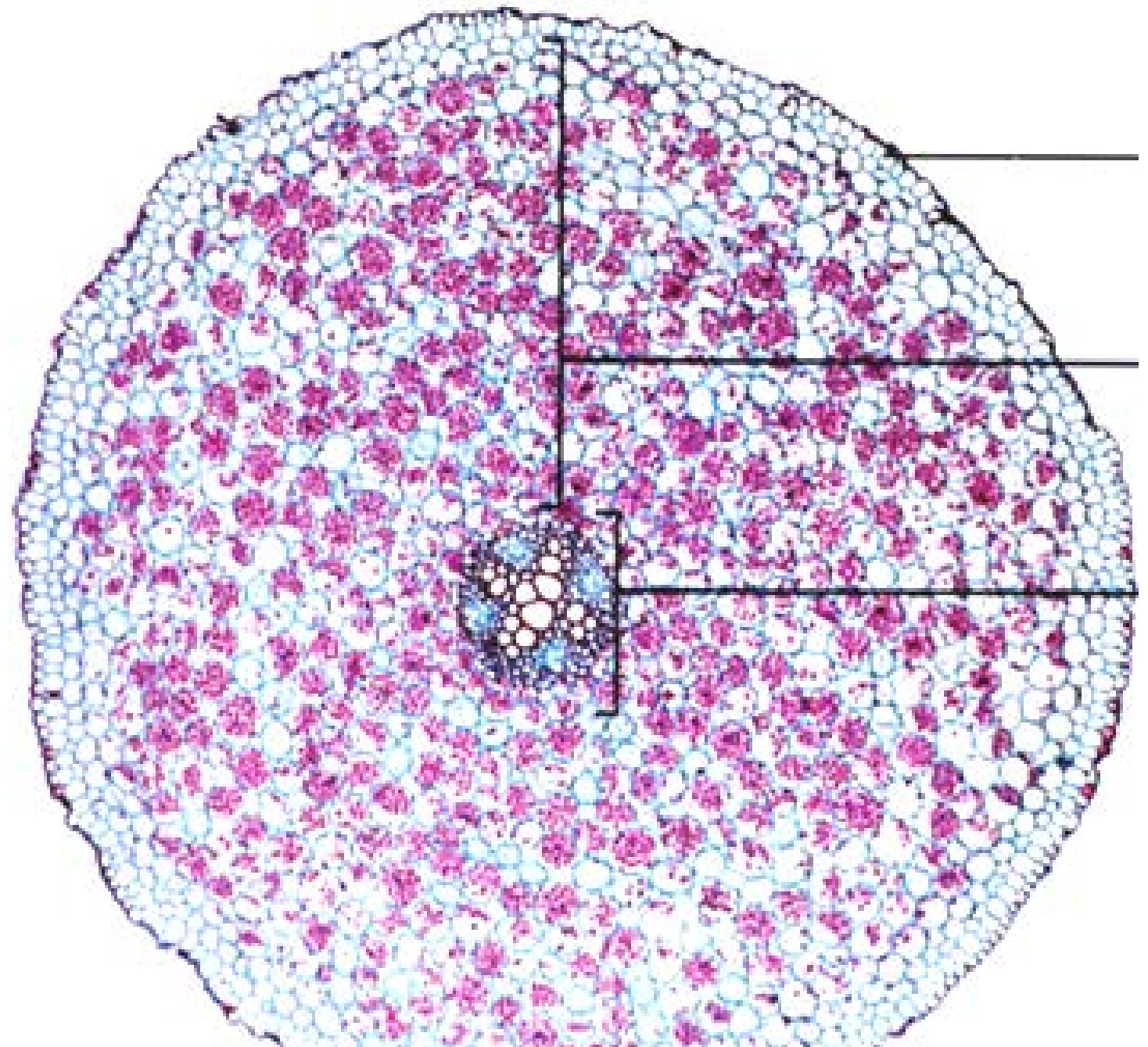
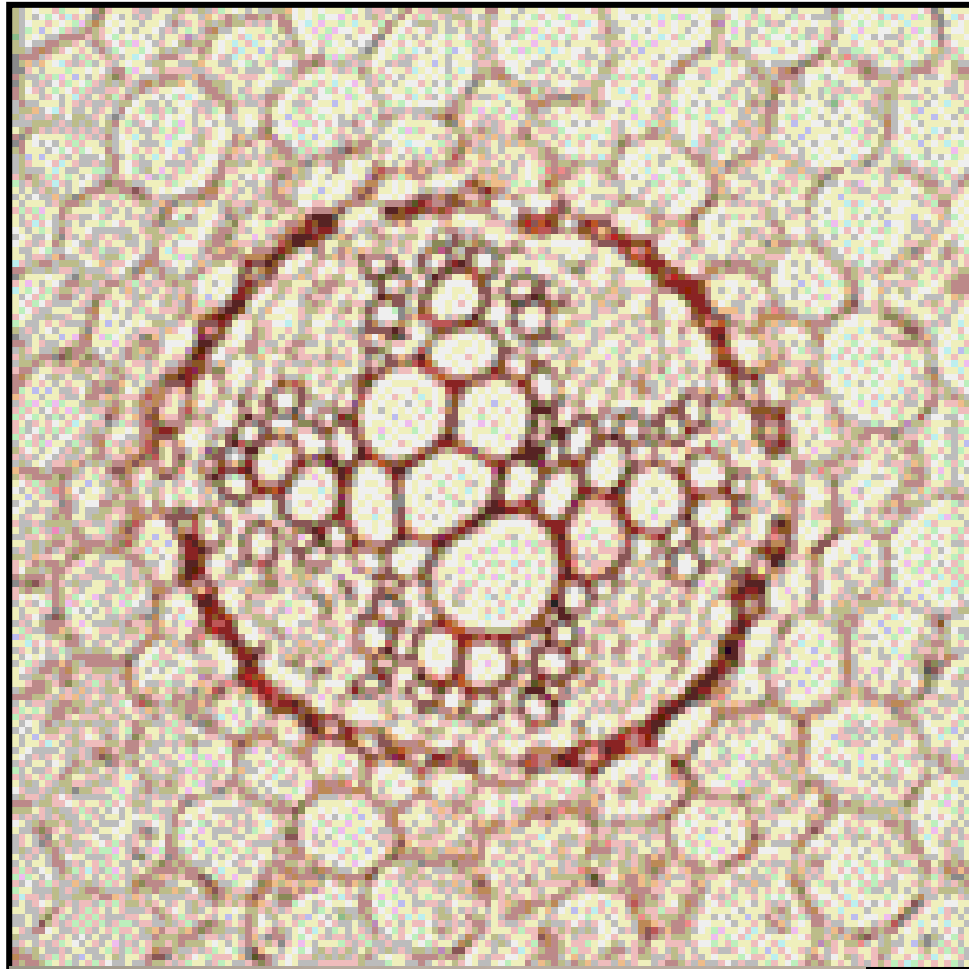
ใบยางใบเลี้ยงคู่

มีการจัดเรียงตัวเป็นกลุ่มของไซเลมและโฟลเอ็ม

- มีกลุ่มของเซลล์ไซเลมซึ่งเป็นเซลล์ขนาดใหญ่เรียงตัวเป็น 4-6 แถว (arch) โดยมากมักมี 4 แถว
- มีโฟลเอ็มขนาดเล็ก แทรกอยู่ระหว่างแถวของไซเลม
- มีแคมเบียม (vascular cambium & Cork cambium) ซึ่งจะแบ่งตัวให้วาสคิวลาร์บันเดิลชั้นที่สอง (secondary vascular bundle) เมื่อพืชมีอายุมากขึ้นด้วย



x-s ปลายรากโง่งกาง



3.2 กลุ่มท่อลำเลียงหรือวาสคิวลาร์บันเดิล (vascular bundle)

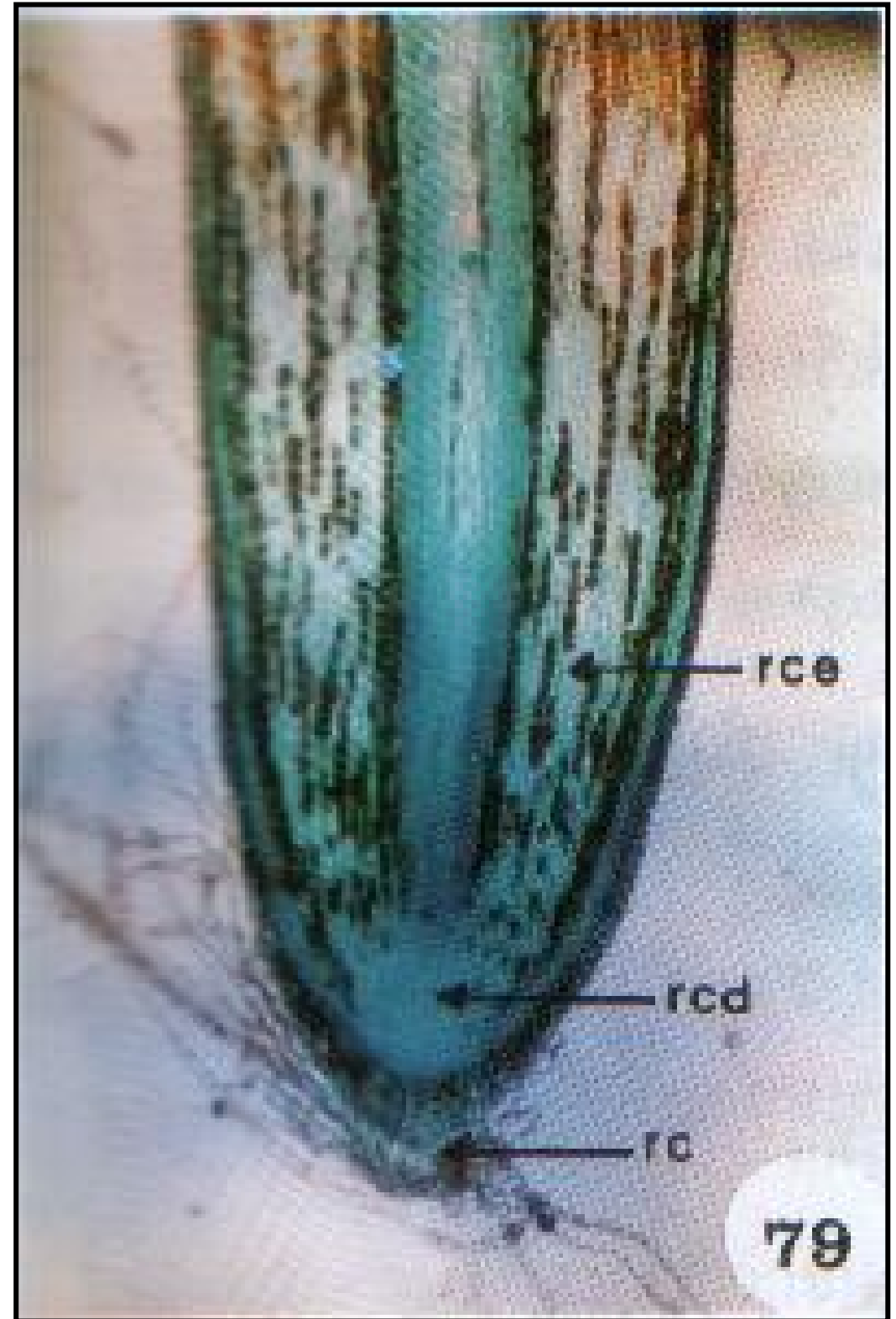
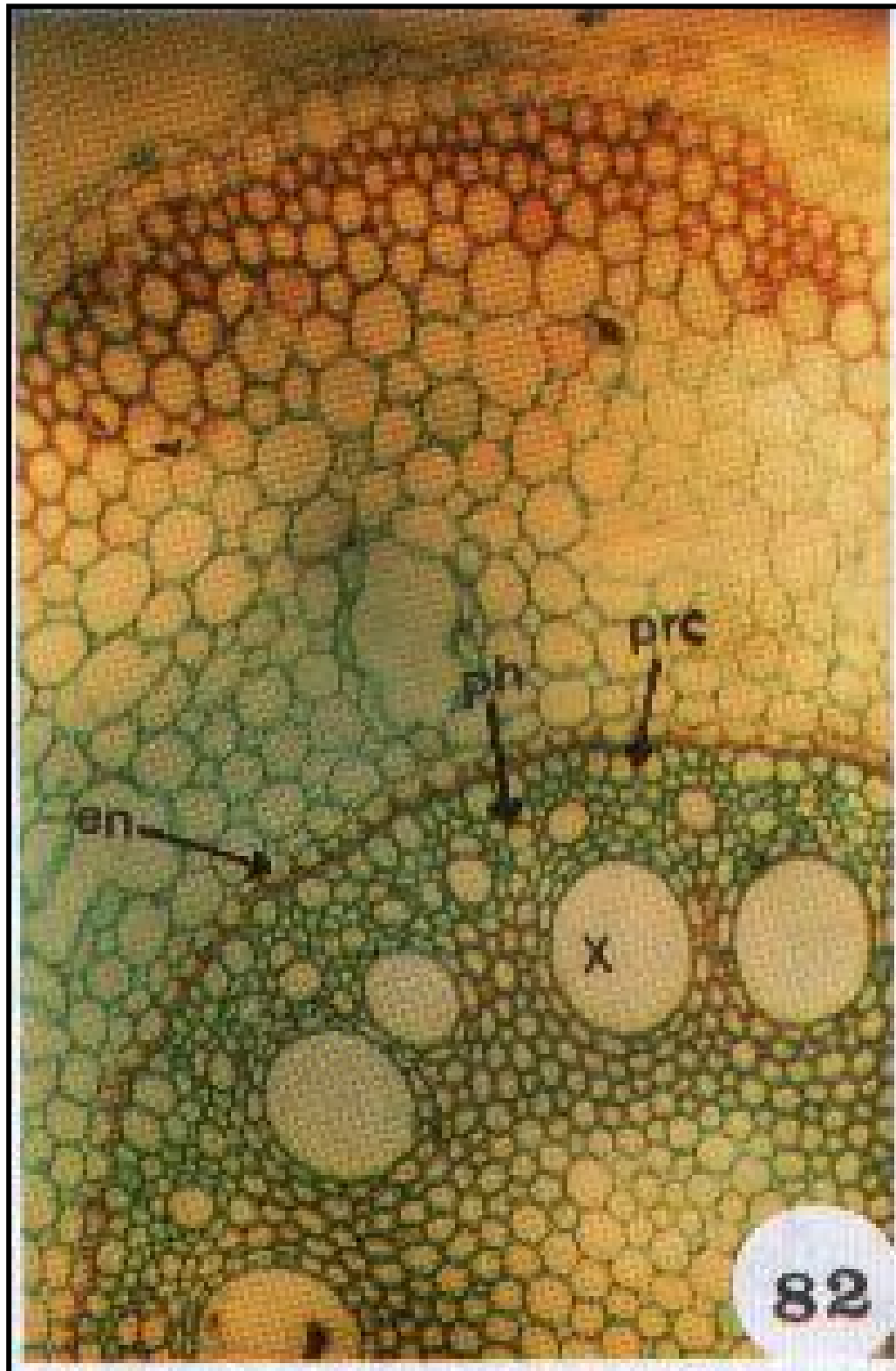
ใ้รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

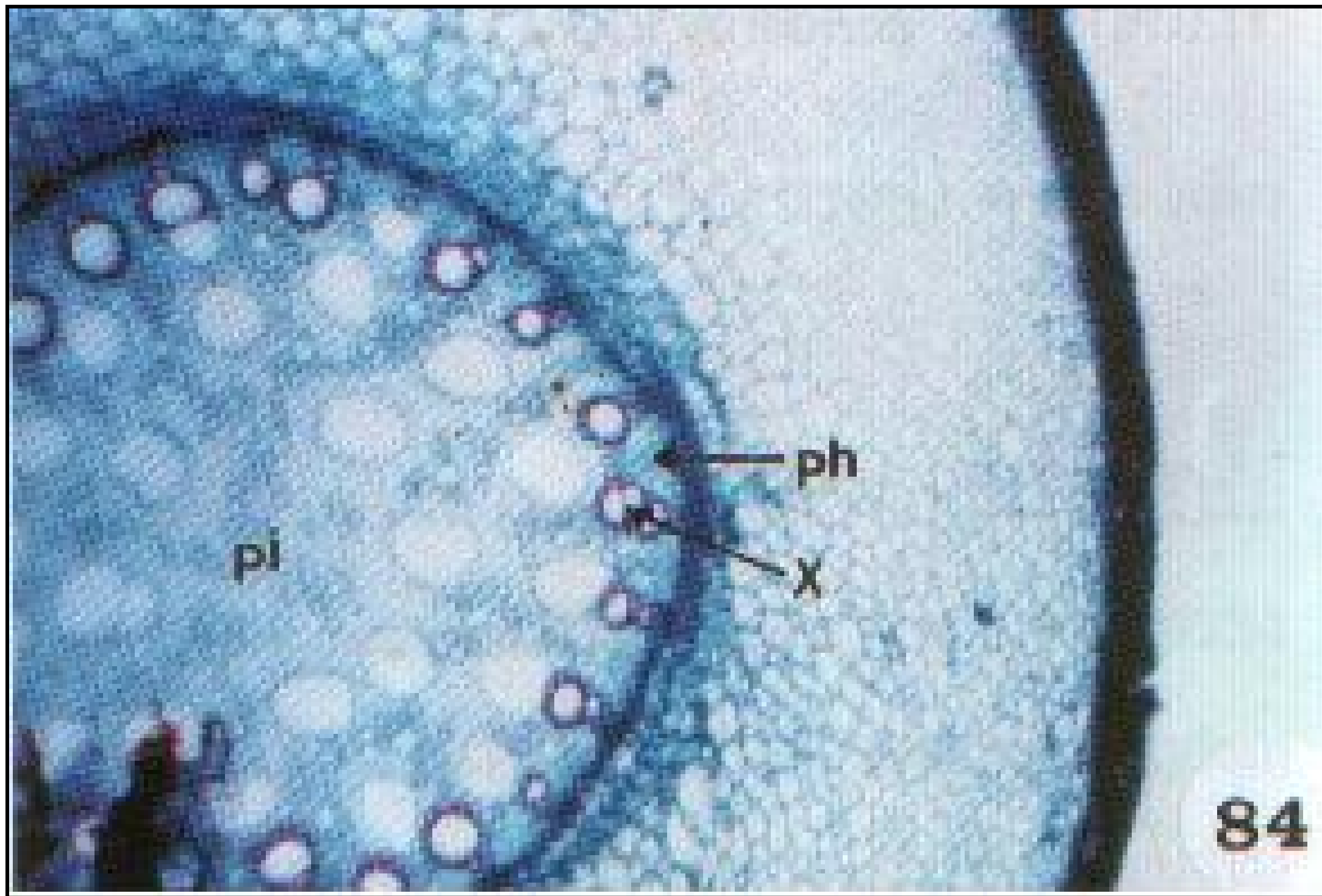
ใ้รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีแฉกของไซเลมมากกว่า 4 หรือ 5 แฉก มีกลุ่มโพลีเอมแทรกระหว่างกลุ่มไซเลม (vascular bundle)

3.3 พืช (pith)

บริเวณกลางสุดของรากเป็นเซลล์พวกพารังคิมาช่วยทำหน้าที่ใ้การสะสมอาหาร

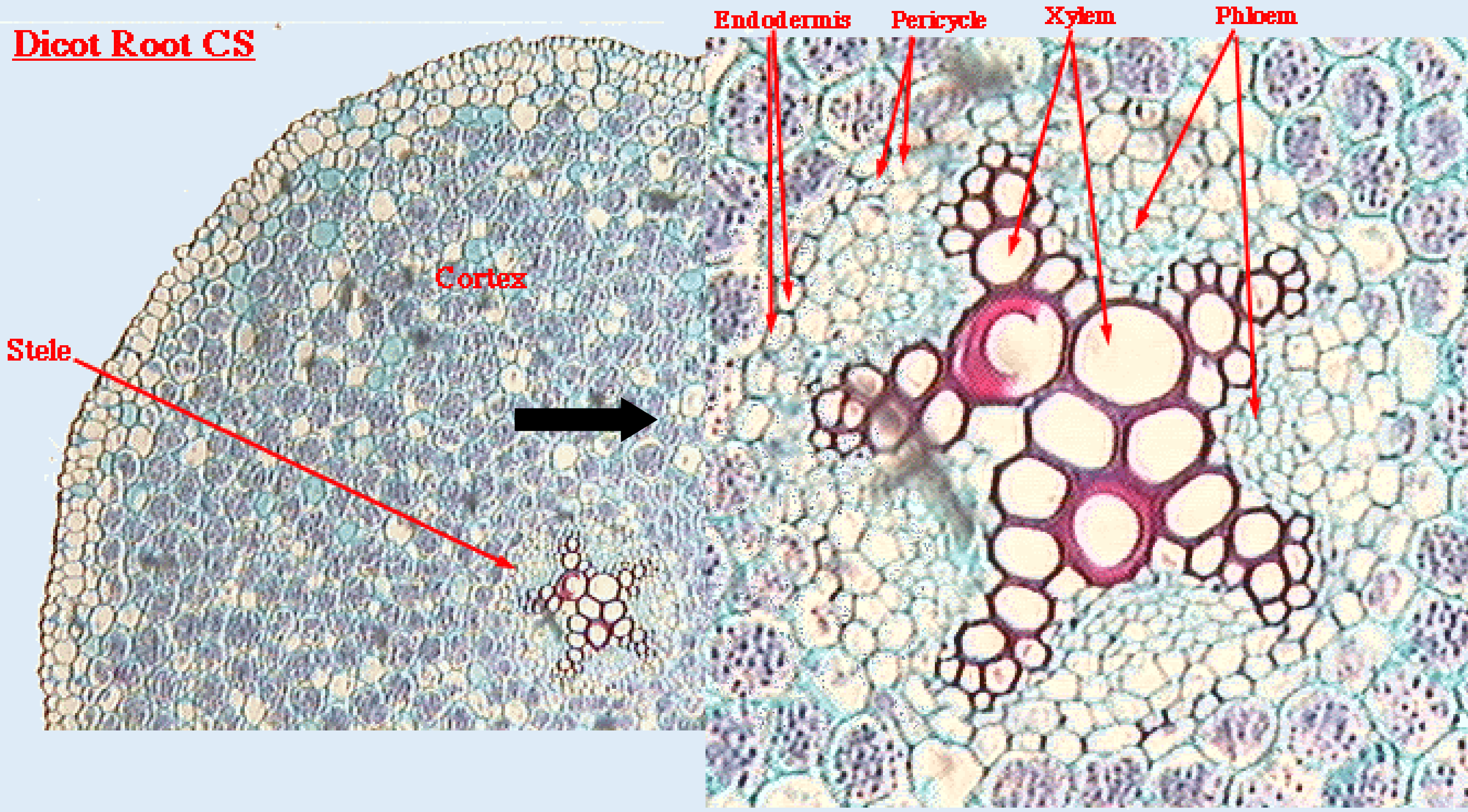
- ใ้รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น ข้าวโพด ว่านกาบหอย เตยหอม พบพืชใ้บริเวณกว้าง
- พืชใบเลี้ยงคู่มักไม่พบจะบยุบสลายไปเพราะถูกไซเลมตันเข้าตันใ้โครงสร้างของราก ไม่พบใ้รากที่เจริญมาจากเมล็ดหรือรากแขนง อาจพบใ้รากที่เจริญมาจากส่วนอื่นๆ เช่น ลำต้นใ้ รากพิเศษอื่น





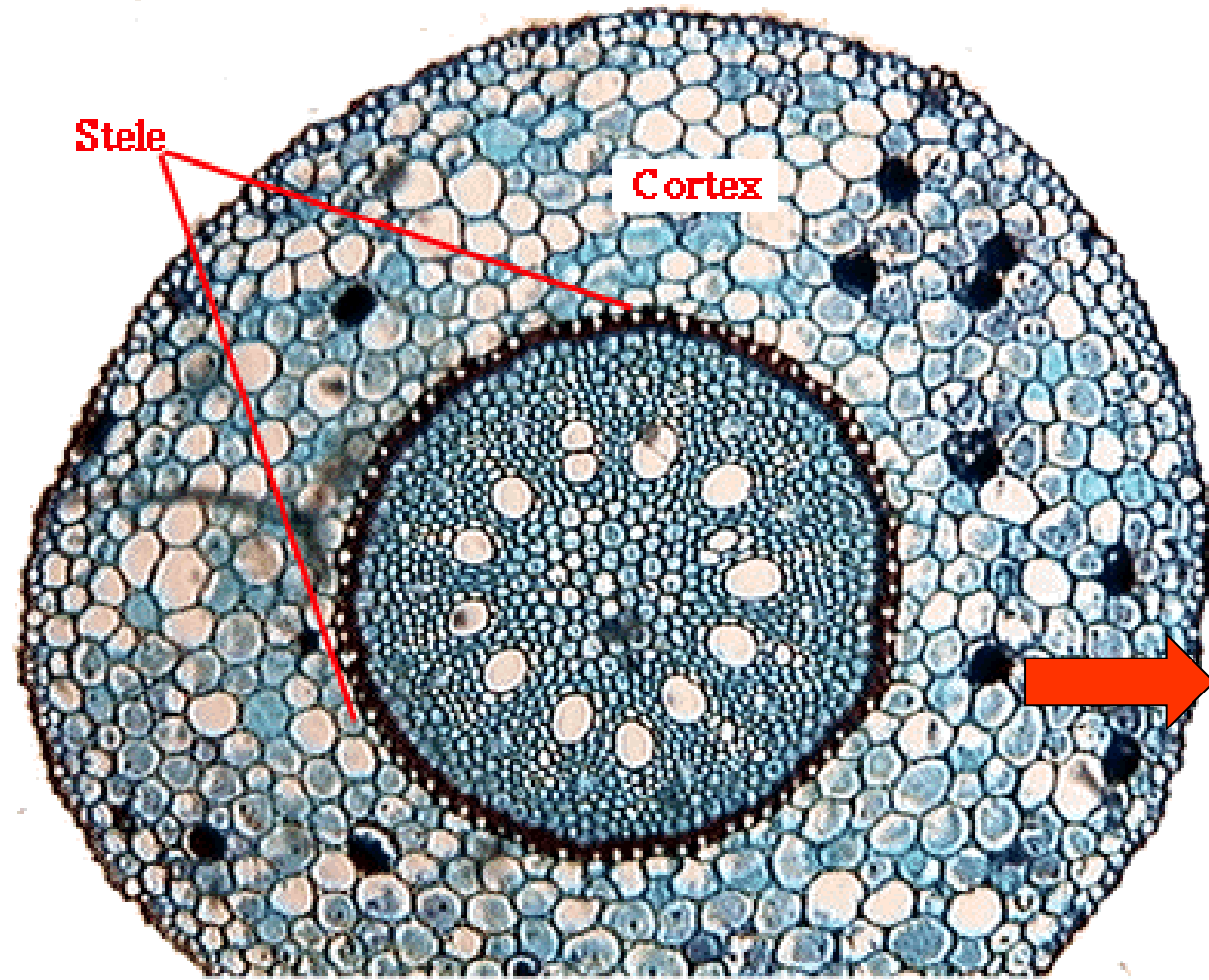
x-s ปรากฏลูนิก

Dicot Root CS

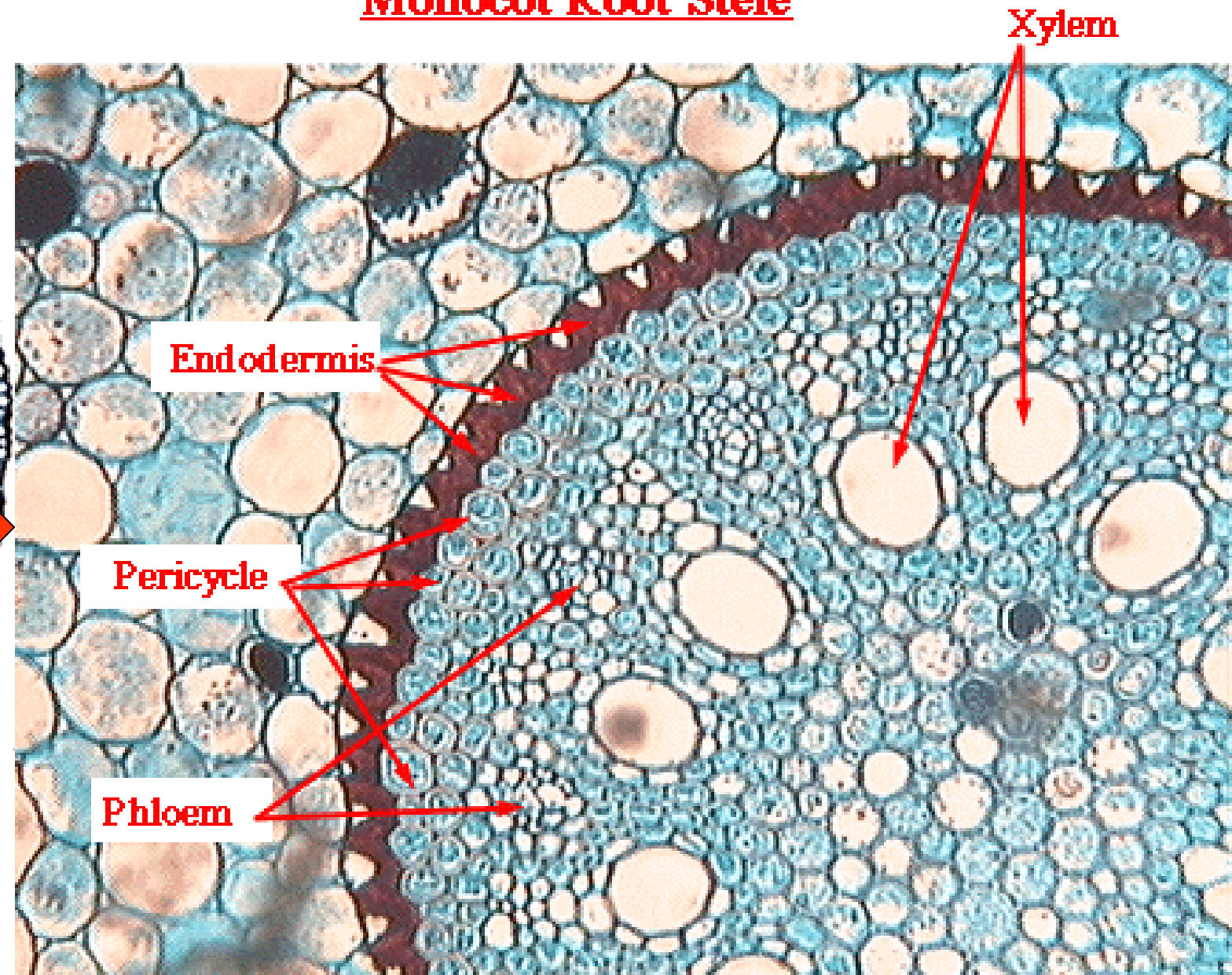


โครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงคู่

Monocot Root

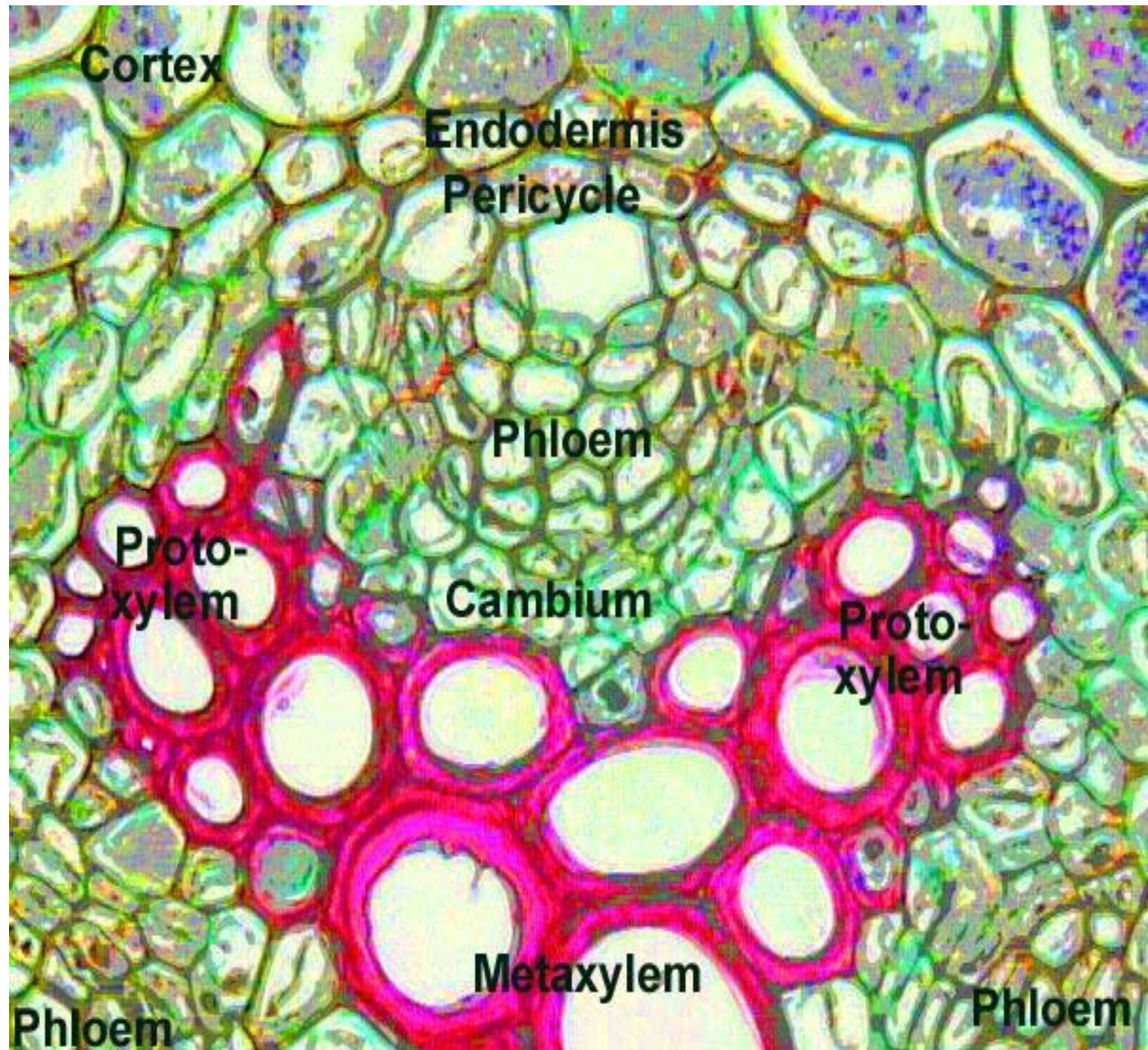


Monocot Root Stele



โครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

(ที่มา: http://www.umanitoba.ca/faculties/science/biological_sciences/lab9/biolab9_3.html#Growth)



รากพืชใบเลี้ยงคู่แสดง protoxylem และ metaxylem
(ที่มา <http://www.lima.ohio-state.edu/biology/roots.html>)

บริเวณของรากที่มีการเติบโตปฐมภูมิสามารถดูดซึมน้ำได้ แต่บริเวณรากที่มีการเติบโตทุติยภูมิดูดซึมน้ำไม่ได้

- บริเวณของรากที่มีการเติบโตปฐมภูมิเนื้อเยื่อผิวด้านนอกของรากคือ เอพิเดอร์มิส และพบรากที่มีผนังเซลล์บางทำให้สามารถดูดซึมน้ำผ่านเซลล์ได้
- ส่วนบริเวณรากที่มีการเติบโตทุติยภูมิเนื้อเยื่อผิวด้านนอกของรากเป็น เพรินเดอร์มซึ่งด้านนอกสุดของเนื้อเยื่อ เพรินเดอร์มเป็นคอร์ก ประกอบด้วยเซลล์คอร์กเรียงตัวติดกันแน่นหลายชั้นและเซลล์คอร์กที่เจริญเต็มที่ที่ไม่มีชีวิต ทำให้บริเวณที่มีการเติบโตทุติยภูมิดูดซึมน้ำไม่ได้

หน้าที่ของราก

1. ดูด (absorption) น้ำและแร่ธาตุหรือเกลือแร่ต่างๆที่เป็นสารละลายอยู่ในดินแล้วลำเลียงขึ้นไปยังส่วนอื่นๆของพืช
2. ยึดพืชติดกับผืนดินและค้ำจุนลำต้นเอาไว้
3. ช่วยลำเลียงสารต่างๆไปยังเนื้อเยื่อต่างๆของพืชเพราะในรากก็มีระบบลำเลียงเหมือนกัน
4. ทำหน้าที่พิเศษต่างๆเช่น เก็บสะสมอาหาร ช่วยในการหายใจ สืบพันธุ์ หรือถ้ามีคลอโรพิลล์อยู่ด้วยก็จะช่วยในการสังเคราะห์แสง

ชนิดของราก

- แบ่งเป็น
 1. รากแก้ว (Root tap)
 2. รากแขนง (Lateral root)
 3. รากวิสามันต์ (Adventitious root)

รากแก้ว (Root tap)

- มีลักษณะ ตอนโคนจะโตแล้วค่อยเรียวเล็กลงไปจนถึงปลาย จะยาวและใหญ่กว่ารากอื่นๆที่แยกออกไป ทำหน้าที่ เป็นหลักรับส่วนอื่นๆให้ทรงตัวอยู่ได้
- รากชนิดนี้พบในพืชใบเลี้ยงคู่ที่งอกออกจากเมล็ดโดยปกติ ส่วนพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่งอกออกจากเมล็ดใหม่ๆก็มีรากระบบนี้เหมือนกันแต่มีอายุได้ไม่นานก็เน่าเปื่อยไปแล้วเกิดรากชนิดใหม่ขึ้นมาแทน(รากฝอย)



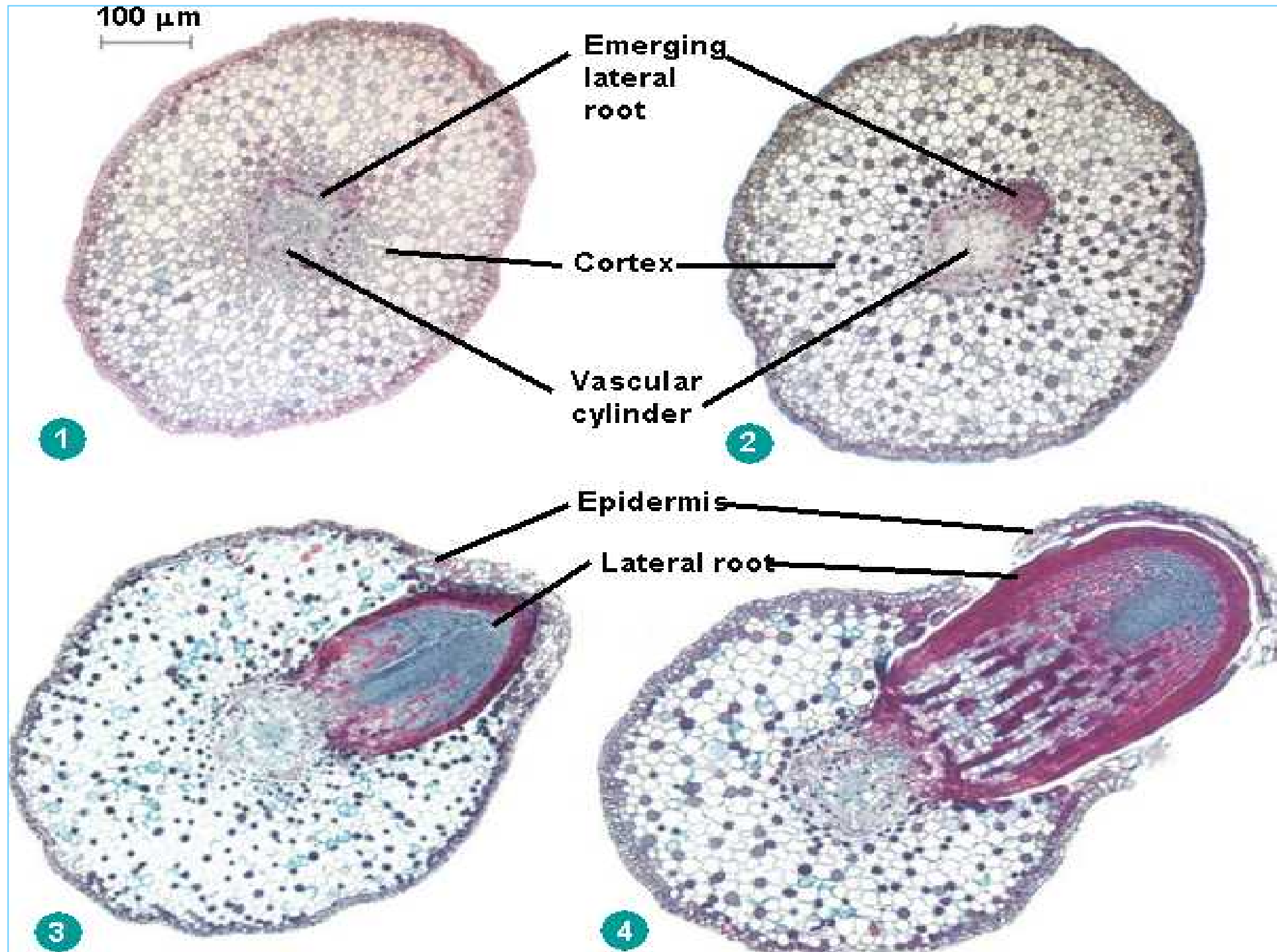
รากแขนง

- เป็นรากที่เจริญเติบโตออกมาจากรากแก้ว มักงอกเอียงลงไปในดินจนเกือบขนานหรือขนานไปกับพื้นดิน รากชนิดนี้อาจแตกแขนงออกเป็นทอดๆ ได้อีกเรื่อยๆ ทั้งรากแขนงและแขนงต่างๆที่ยื่นออกไปเป็นทอดๆต่าง กำเนิดมาจากเนื้อเยื่อเจริญไซเคิลในรากเดิมทั้งสิ้น

รากแขนง



การเกิดรากแขนง



รากวิสาขัญญ (Adventitious root)

- เป็นรากที่ไม่ได้กำเนิดมาจากรากแก้วหรือรากแขนง รากชนิดนี้อาจแตกออกจากโคนต้นของพืช ตามข้อของลำต้นหรือกิ่ง ตามใบหรือจากกิ่งตอนของไม้ผลทุกชนิด แยกเป็นชนิดย่อยได้ตามรูปร่างและหน้าที่ ได้ดังนี้

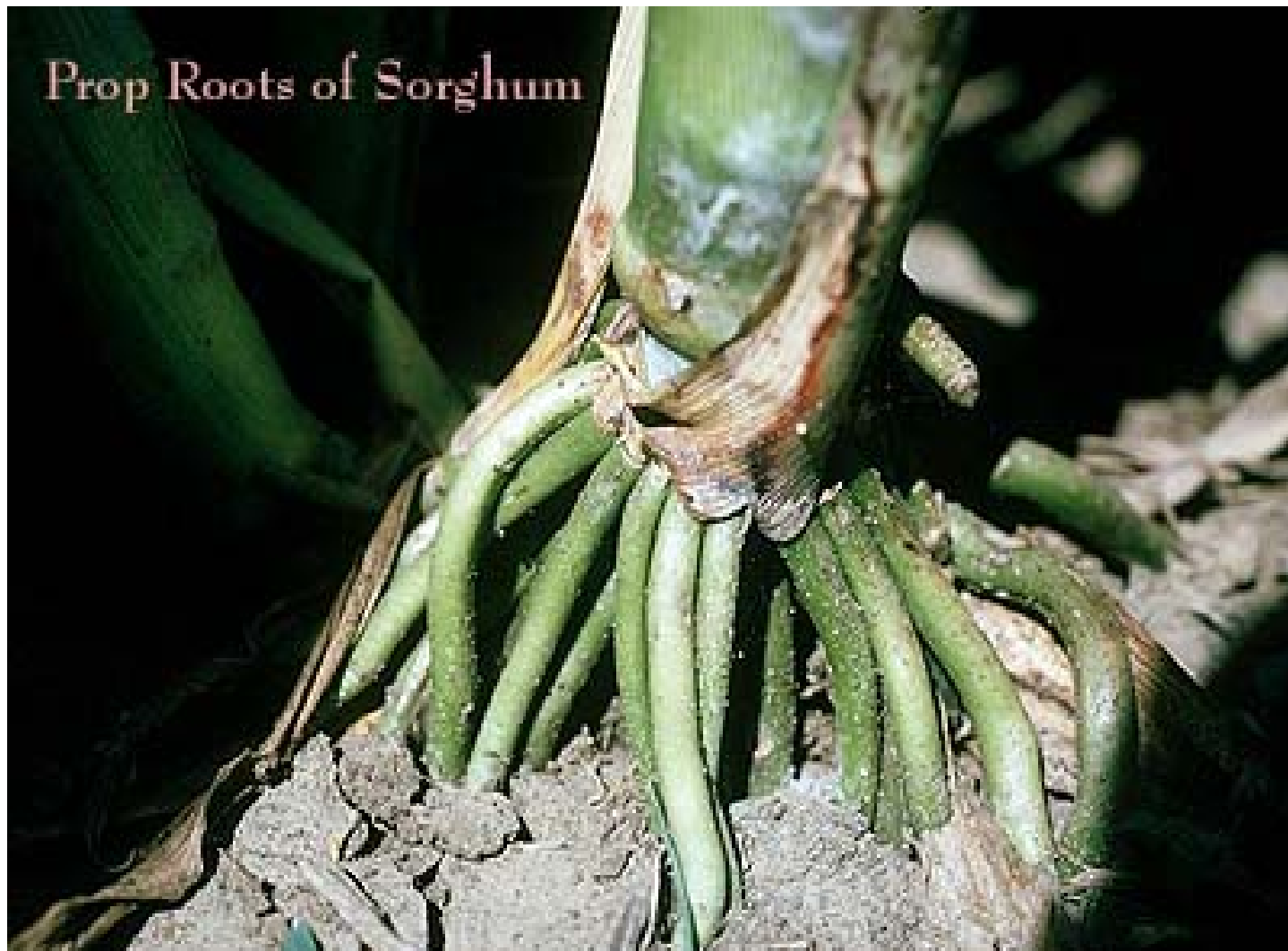
รากฝอย (fibrous root)

- เป็นรากเส้นเล็ก ๆ มากมาย ขนาดโตสม่ำเสมอทั้งไม้ไม่เรียงลงที่ปลายอย่างรากแก้ว งอกออกจากรอบโคนต้น แทนรากแก้วที่ผุ่เสียไปหรือที่หยุดเติบโต พบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเป็นส่วนใหญ่



รากค้ำจุน (Prop root)

- เป็นรากที่แตกออกมาจากข้อของลำต้น ที่อยู่ใต้ดิน และเหนือดินขึ้นมาเล็กน้อย และพุ่งแทงลงไปในดิน เพื่อพยุงลำต้นเอาไว้ไม่ให้ล้มง่าย เช่น รากค้ำจุนของต้นข้าวโพด ต้นลำเจียก ต้นโกงกาง



รากเกาะ (Climbing root)

- เป็นรากที่แตกออกมาจากข้อของลำต้นแล้วมาเกาะตามหลักหรือเสา เพื่อพยุงลำต้นให้ติดแน่นและชูลำต้นขึ้นที่สูง เช่น รากของ พลับพลา พลับพลา กัญชง



รากสังเคราะห์แสง (photosynthetic root)

- เป็นรากที่แตกออกมาจากข้อของลำต้น แล้วห้อยลงมาในอากาศ มีสีเขียวของคลอโรฟิลล์ เป็นรากที่ทำหน้าที่สังเคราะห์แสง เช่น รากกล้วยไม้ที่มีสีเขียวเฉพาะรากอ่อน หรือปลายรากที่แก่เท่านั้น รากของไทร โกงกาง มีสีเขียวเฉพาะตรงที่ห้อยอยู่ในอากาศ ส่วนที่ไซลงไปในดินแล้วไม่มีสีเขียวเลย

รากหายใจ (Respiratory root)

- รากพวกนี้เป็นแขนงงอกออกจากรากใหญ่ที่แทงลงไปใต้ดินอีกทีหนึ่ง แต่แทนที่จะงอกลงไปใต้ดิน กับ ฟู ปลายขึ้นมาเหนือดินหรือผิวน้ำ บางทีก็ลอยตามผิวน้ำ เช่นรากของแพรงพวย ผักกะเฉด



รากกาฝาก

เป็นรากของพืชบางชนิดที่รากทอดยาวไปตามความยาวของกิ่งที่เกาะ แล้วมีรากเส้นเล็กๆแตกออกโดยปลายรากจะแทงลงไปถึงท่อ xylem , phloem ของลำต้นพืชที่ไปอิงอาศัย(host) เพื่อแย่งดูดน้ำและอาหารส่งให้รากใหญ่แล้วส่งไปยังส่วนต่างๆ เช่น รากกาฝาก ฝอยทอง เป็นต้น เป็นผลให้กิ่งไม้ที่ถูกเกาะขาดน้ำ แร่ธาตุและอาหารและตายลงเฉพาะกิ่งที่ถูกยึดเกาะ





รากสะสมอาหาร (storage root)

- เป็นรากที่ทำหน้าที่ในการสะสมอาหารประเภทแป้ง น้ำตาล หรือ โปรตีนเอาไว้ ทำให้มีลักษณะอวบอ้วน เรามักเรียกว่า หัว เช่น

หัวแครอท หัวผักกาด หัวมันเทศ หัวมันแกว มันสำปะหลัง กระชาย เป็นต้น



เปรียบเทียบโครงสร้างราก ลำต้นพืช

ราก	ลำต้น
1. เจริญจากแรติเคิล(radicle)ของเอ็มบริโอ	1. เจริญจากค้ำติเคิล (caulicle) ของเอ็มบริโอ
2. เจริญลงสู่ดินตามแรงดึงดูดของโลก	2. ส่วนใหญ่เจริญอยู่เหนือดินต้านแรงดึงดูดของโลก
3. ไม่มีข้อปล้อง	3. มีข้อและปล้อง
4. รากแขนงแตกออกจากเพริไซเคิล (pericycle)	4. กิ่งและตาแตกออกจากผิวนอกของลำต้น
5. ปลายรากมีหมวกราก (root cap)	5. ปลายยอดของลำต้นไม่มีอะไรหุ้ม
6. มีรากขนอ่อนเป็นรยางค์โดยเป็นส่วนหนึ่งของเซลล์เอพิเคอร์มิส	6. มีใบและดอกแตกออกจากลำต้น
7. มีโฟลเอ็มและไซเลมอยู่คนละรัศมี	7. มีโฟรเอ็มและไซเลมเรียงซ้อนกัน
8. มีโพรโพทไซเลมอยู่ด้านนอก	8. มีโพรโพทไซเลมอยู่ด้านใน
9. ส่วนมากไม่มีพืธ	9. ส่วนมากมีพืธ
10. เนื้อเยื่อชั้นในสุดเป็นไพรรมารีไซเลม	10. เนื้อเยื่อชั้นในสุดเป็นพืธ
11. มีคอร์เทกซ์กว้างและมีเนื้อไม้แคบ	11. มีคอร์เทกซ์แคบแต่เนื้อไม้กว้าง
12. มักมีเอนโดเคอร์มิสและเพริไซเคิล	12. มักไม่มีเอนโดเคอร์มิสและเพริไซเคิล



เปรียบเทียบโครงสร้างราก ลำต้นพืช

ราก	ลำต้น
1. เจริญจากแรติเคิล(radicle)ของเอ็มบริโอ	1. เจริญจากค้ำลิเคิล (caulicle) ของเอ็มบริโอ
2. เจริญลงสู่ดินตามแรงดึงดูดของโลก	2. ส่วนใหญ่เจริญอยู่เหนือดินต้านแรงดึงดูดของโลก
3. ไม่มีข้อปล้อง	3. มีข้อและปล้อง
4. รากแขนงแตกออกจากเพริไซเคิล (pericycle)	4. กิ่งและตาแตกออกจากผิวนอกของลำต้น
5. ปลายรากมีหมวกราก (root cap)	5. ปลายยอดของลำต้นไม่มีอะไรหุ้ม
6. มีรากขนอ่อนเป็นรยางค์โดยเป็นส่วนของเซลล์เอพิเคอร์มิส	6. มีใบและดอกแตกออกจากลำต้น
7. มีโฟลเอ็มและไซเลมอยู่คนละรัศมี	7. มีโฟลเอ็มและไซเลมเรียงซ้อนกัน
8. มีโพรโพทไซเลมอยู่ด้านนอก	8. มีโพรโพทไซเลมอยู่ด้านใน
9. ส่วนมากไม่มีพืธ	9. ส่วนมากมีพืธ
10. เนื้อเยื่อชั้นในสุดเป็นไพรรรมาวิไซเลม	10. เนื้อเยื่อชั้นในสุดเป็นพืธ
11. มีคอร์เทกซ์กว้างและมีเนื้อไม้แคบ	11. มีคอร์เทกซ์แคบแต่เนื้อไม้กว้าง
12. มักมีเอนโดเคอร์มิสและเพริไซเคิล	12. มักไม่มีเอนโดเคอร์มิสและเพริไซเคิล



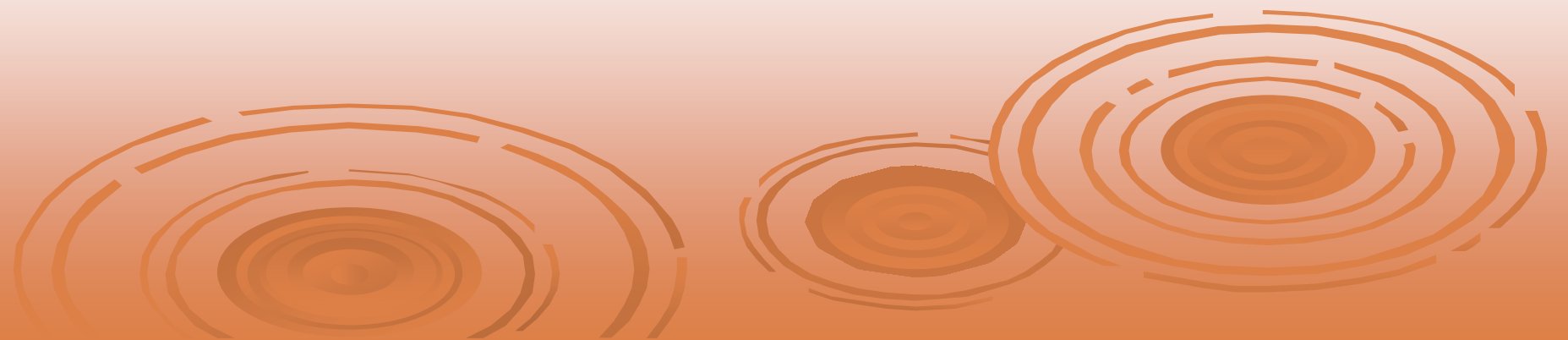
การเจริญเติบโตของงู



การเจริญเติบโตของราก

การเจริญของพืชดอกหลังระยะเอมบริโอแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ

1. การเจริญเติบโตระยะที่ 1 (primary growth) เป็นการเจริญเติบโตของพืชที่ทำให้ส่วนต่างๆของพืชเจริญยืดยาวออกทางด้านข้าง
2. การเจริญเติบโตระยะที่ 2 (secondary growth) เป็นการเจริญเติบโตที่เกิดจากการแบ่งตัวของเนื้อเยื่อแคมเบียม พบในพืชใบเลี้ยงคู่ทุกชนิด และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิดที่ทำให้ส่วนต่างๆของพืชเจริญทางด้านข้าง



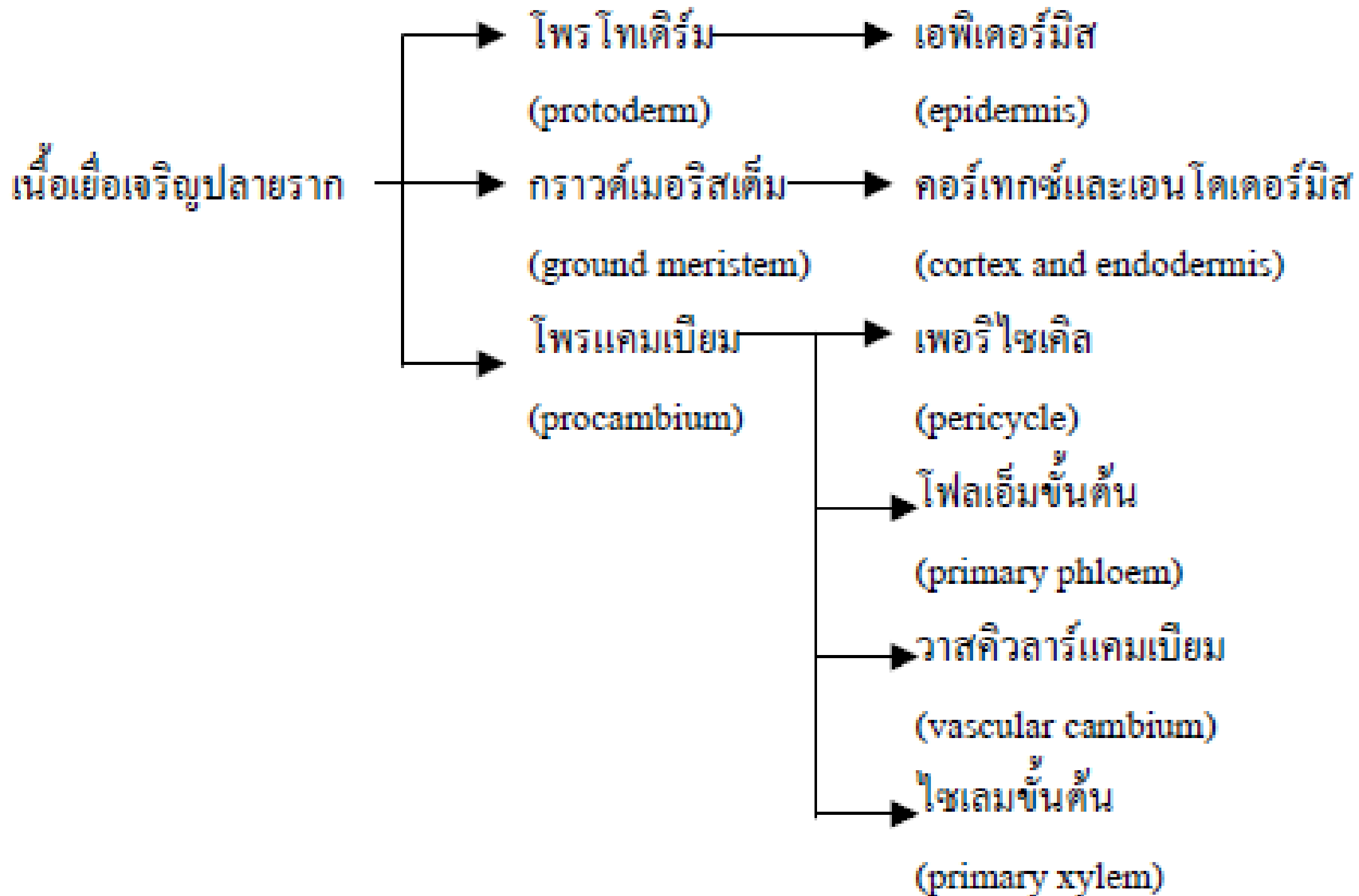
การเจริญเติบโตของราก

การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของพืชจัดเป็นการเจริญเติบโตขั้นต้น อันเป็นผลมาจากการแบ่งเซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดและปลายราก (apical meristem) นอกจากนี้เซลล์นี้ยังมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็น เนื้อเยื่อเจริญขั้นต้น (primary meristem) 3 กลุ่ม คือ

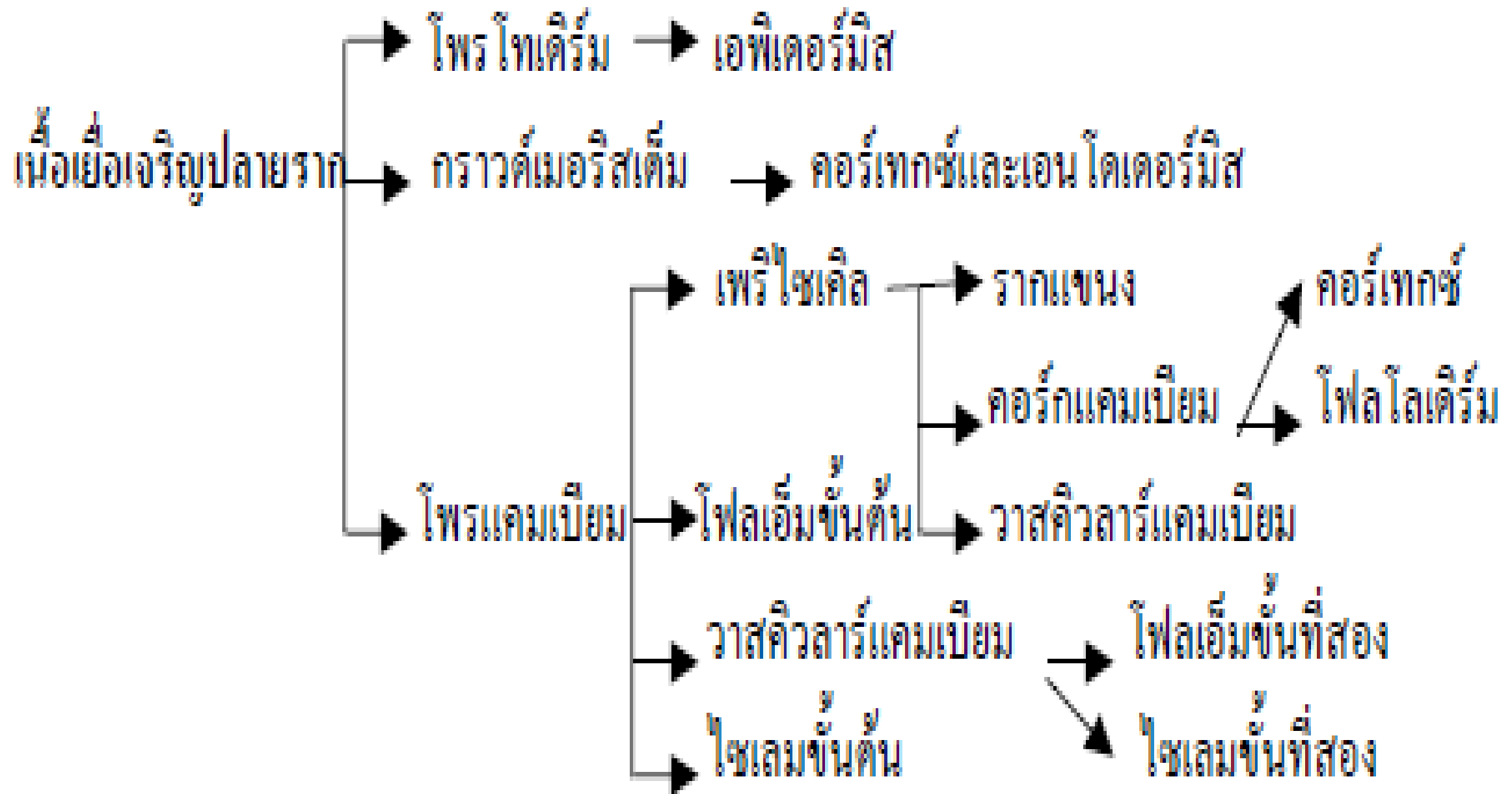
1. **โพรโทเดิร์ม (protoderm)** เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกสุด ห่อหุ้มเนื้อเยื่ออื่นๆของรากไว้โดยรอบ ส่วนนี้จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นเอพิเดอร์มิส
2. **โพรแคมเบียม (procambium)** เป็นเนื้อเยื่อชั้นในสุดซึ่งจะเปลี่ยนแปลงเป็น ไซเลมขั้นต้น (primary xylem) เนื้อเยื่อเจริญ แคมเบียมและโฟลเอ็มขั้นต้น (phloem)
3. **กราวด์เมริสเต็ม (ground meristem)** ได้แก่ เนื้อเยื่อพื้นทั่วไป ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงเป็น คอร์เทกซ์ พิตและพิตเรย์



สรุปการเจริญขั้นต้นของราก



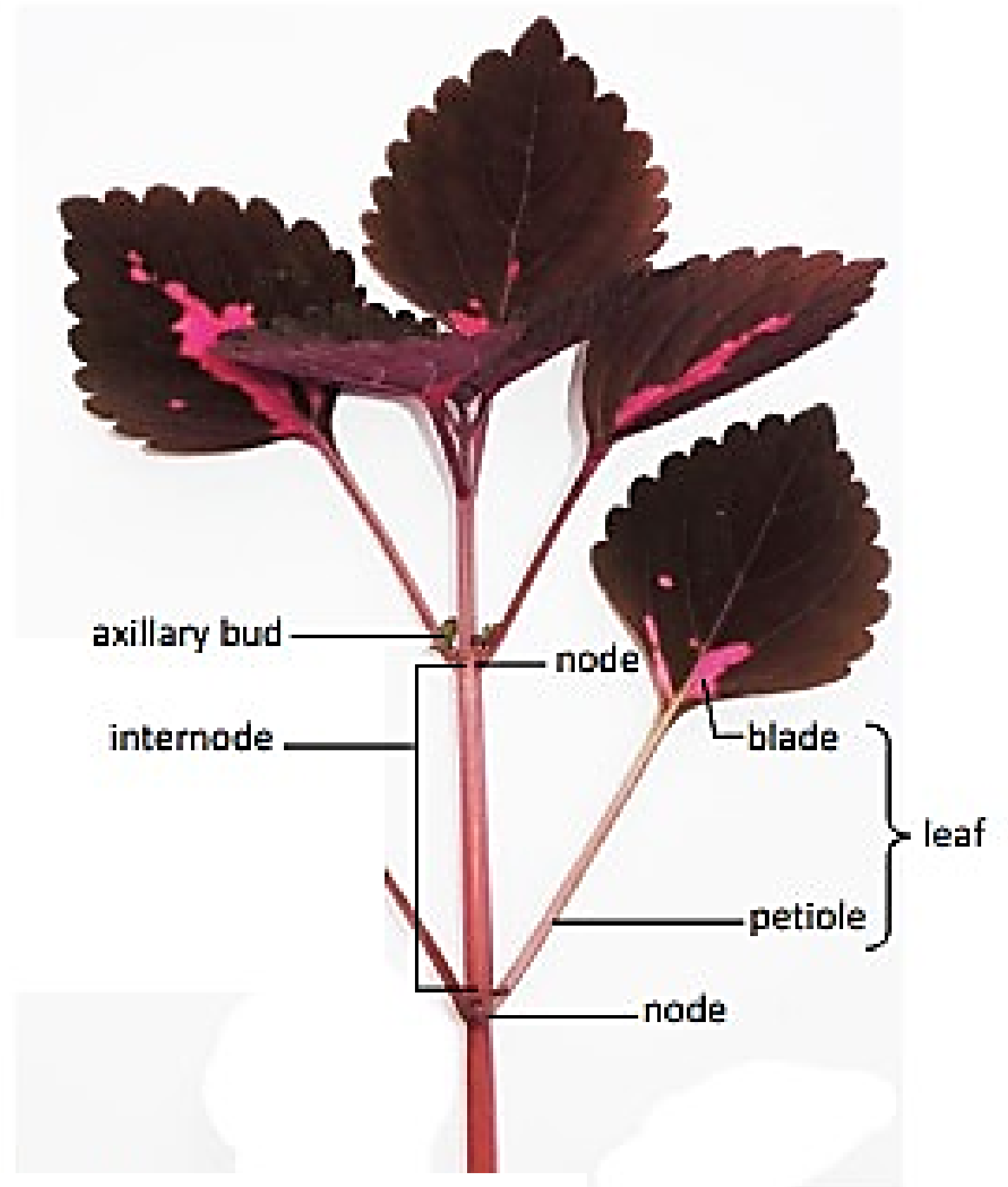
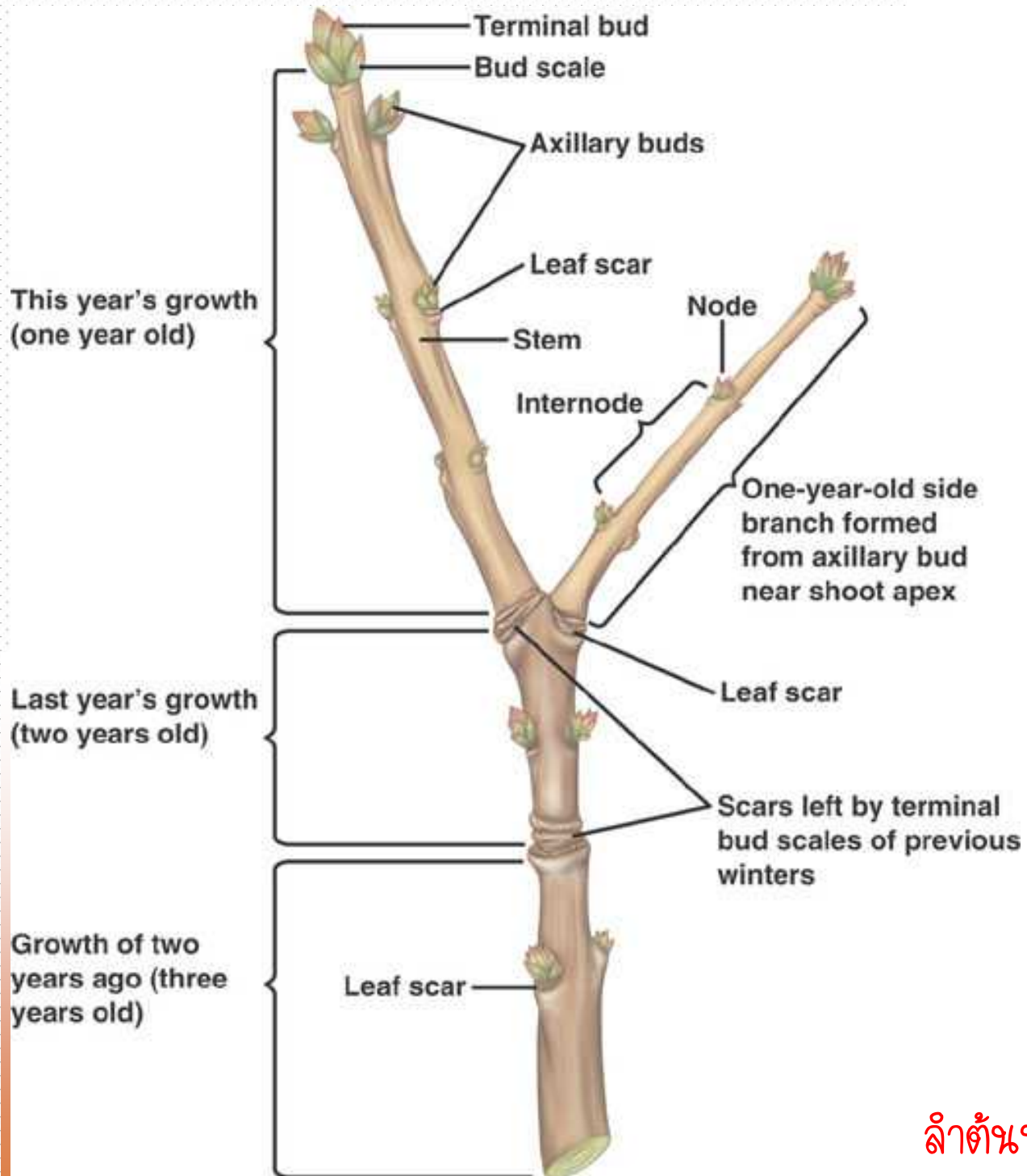
สรุปการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อในรากพืชใบเลี้ยงคู่



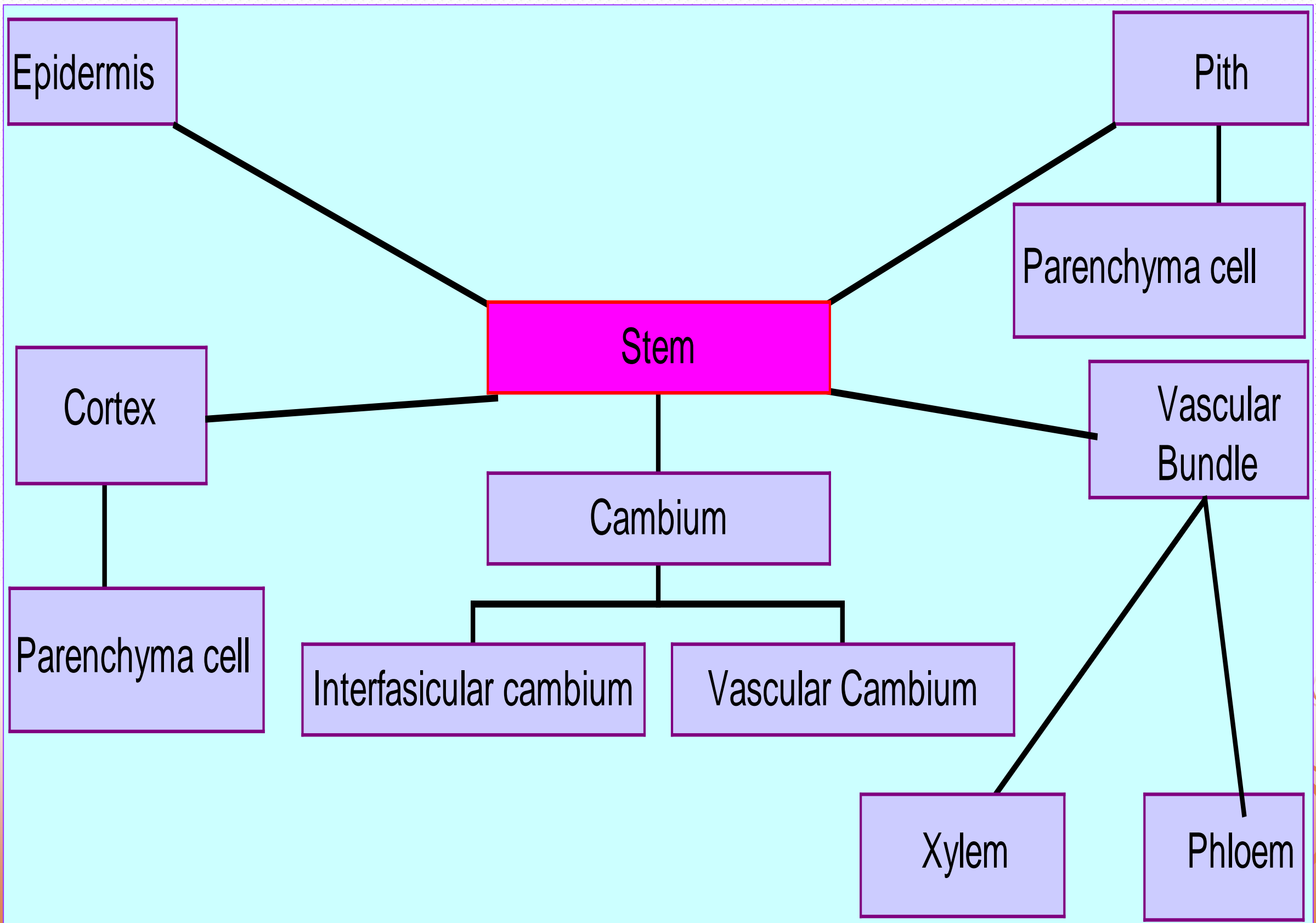
FUNCTION OF STEMS



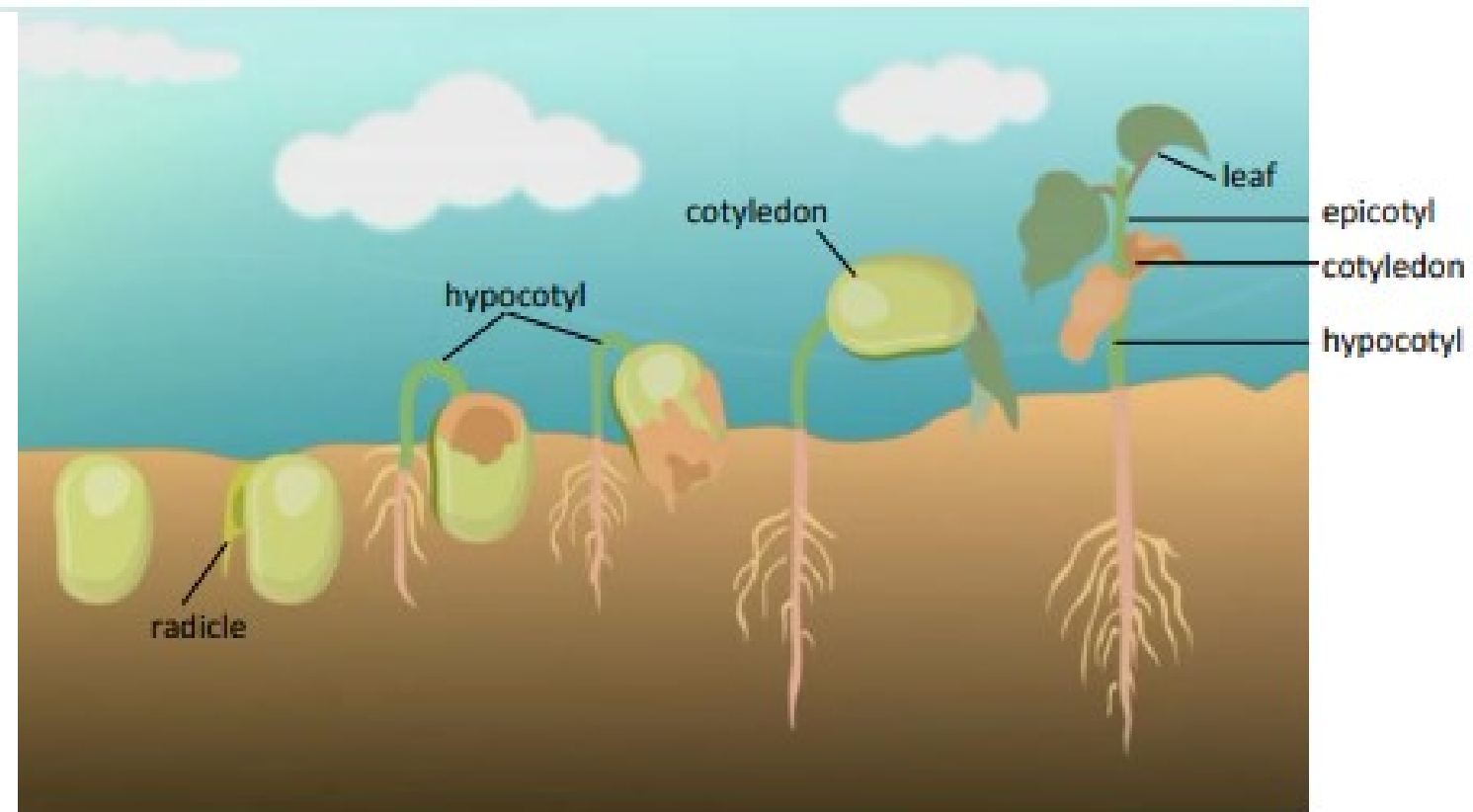
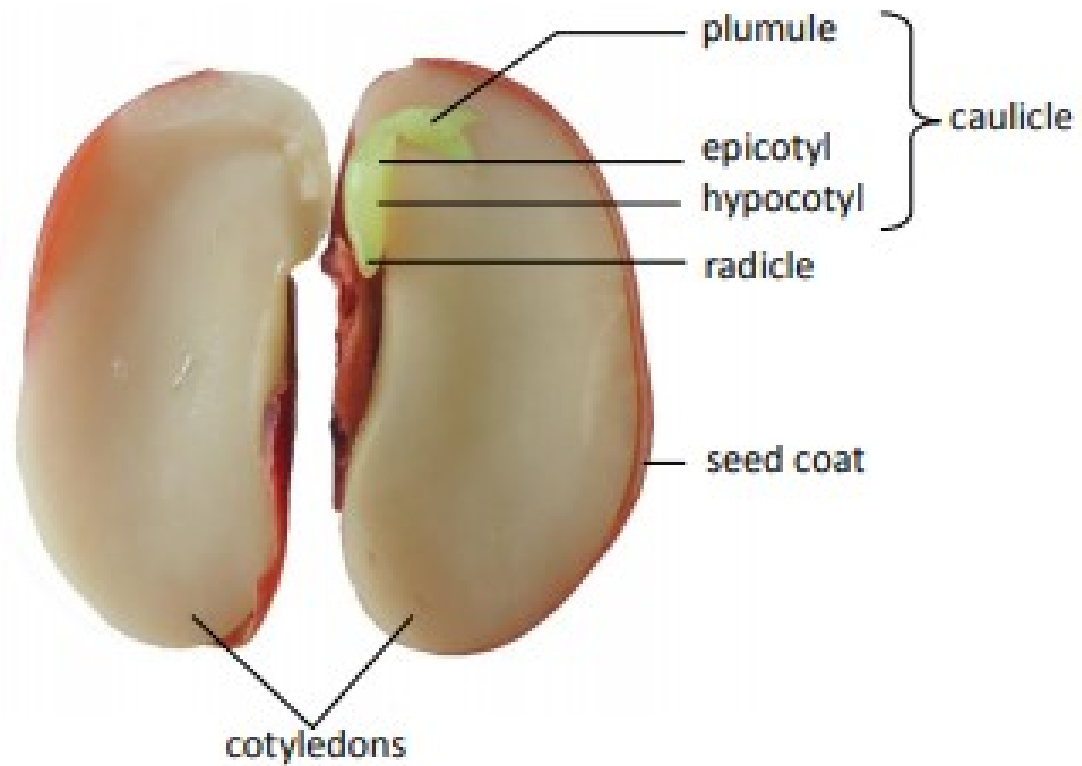
ลำต้น (Stem)



ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ที่มองเห็นข้อและปล้องชัดเจน



การงอกและการเจริญเติบโตของพืช



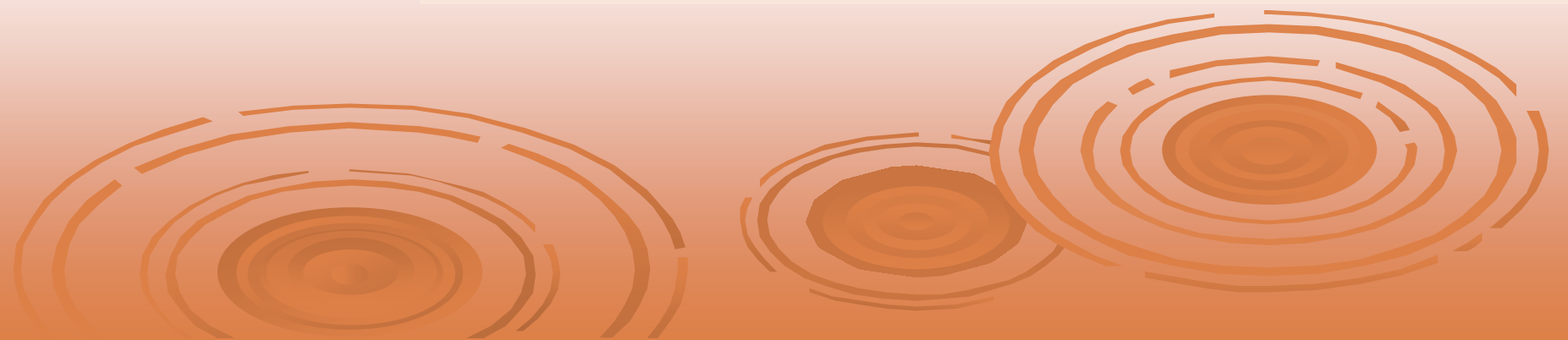
โครงสร้างของเมล็ดและเอมบริโอ

การเจริญและพัฒนาของต้นกล้า

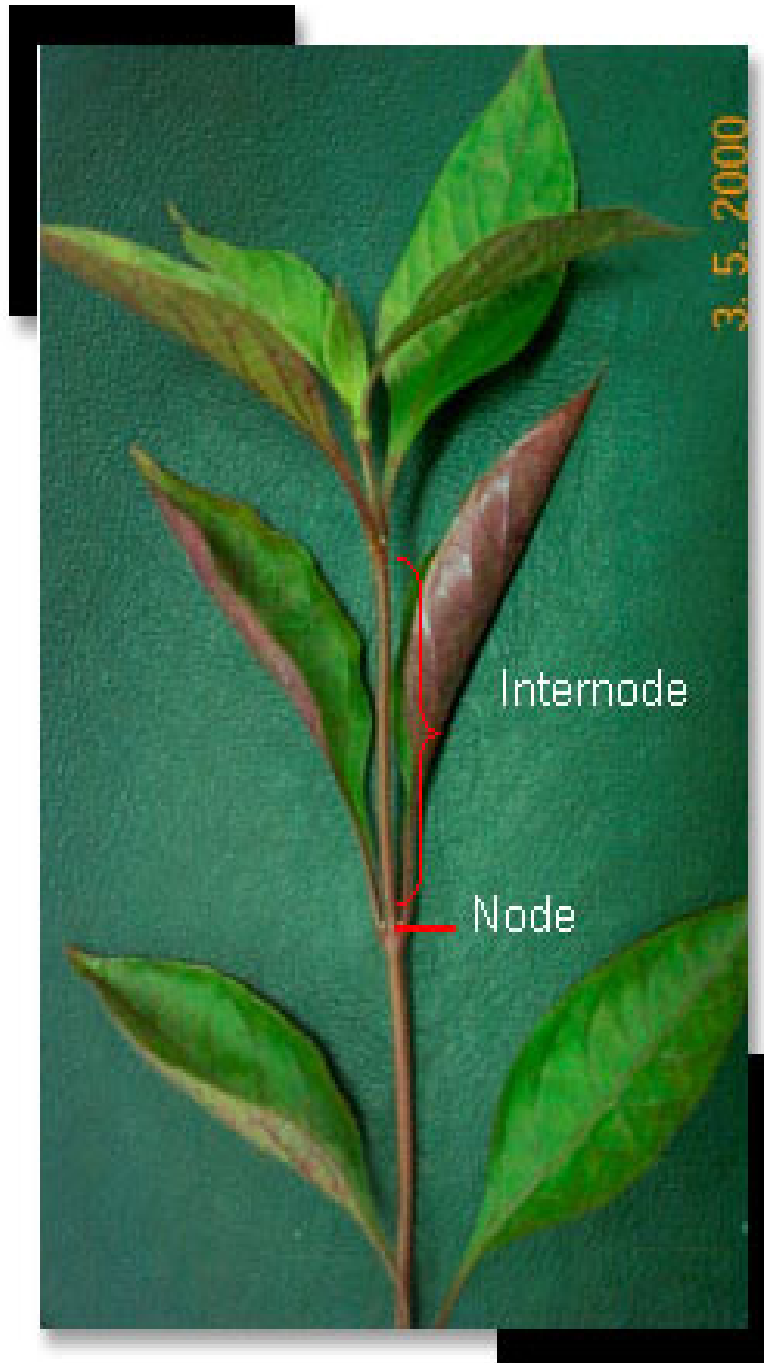
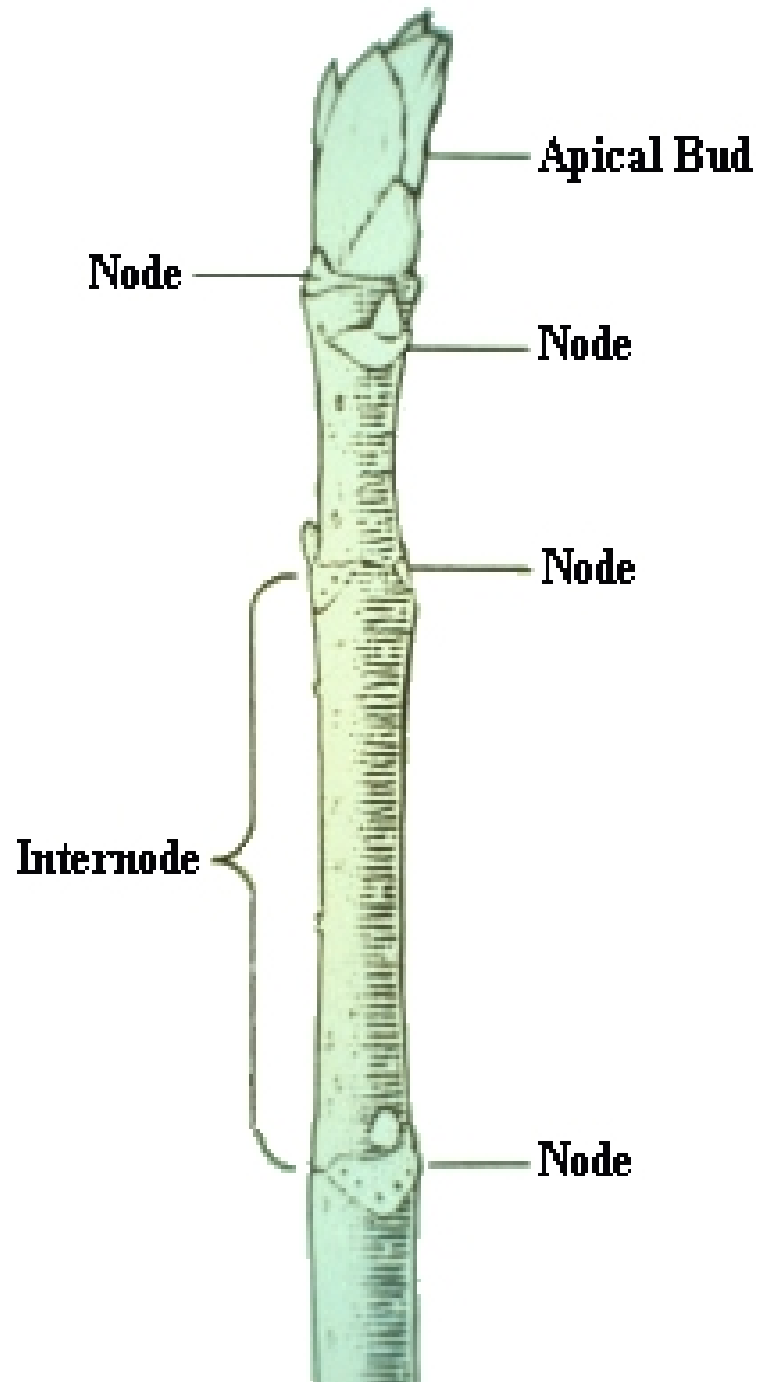
FUNCTION OF STEMS

- เกิดกิ่งและใบ ดอก
- ลำเลียงขนส่งน้ำและแร่ธาตุระหว่างรากและใบ
- ลำงเคราะห์ด้วยแสง(young stem)
- สะสมสารในลำต้น เช่น น้ำ แร่ธาตุในพืชบางชนิด เช่น หน่อ เห็ด
- พืชบางชนิด ลำต้นเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่อื่น

- Stems support leaves and branches.
- Stems transport water and solutes between roots and leaves.
- Stems in some plants are photosynthetic.
- Stems may store materials necessary for life (e.g., water, starch, sugar).
- In some plants, stems have become adapted for specialized functions.



ลำต้น (Stem)



ลำต้นจะแตกต่างจากราก
ตรงที่ มี

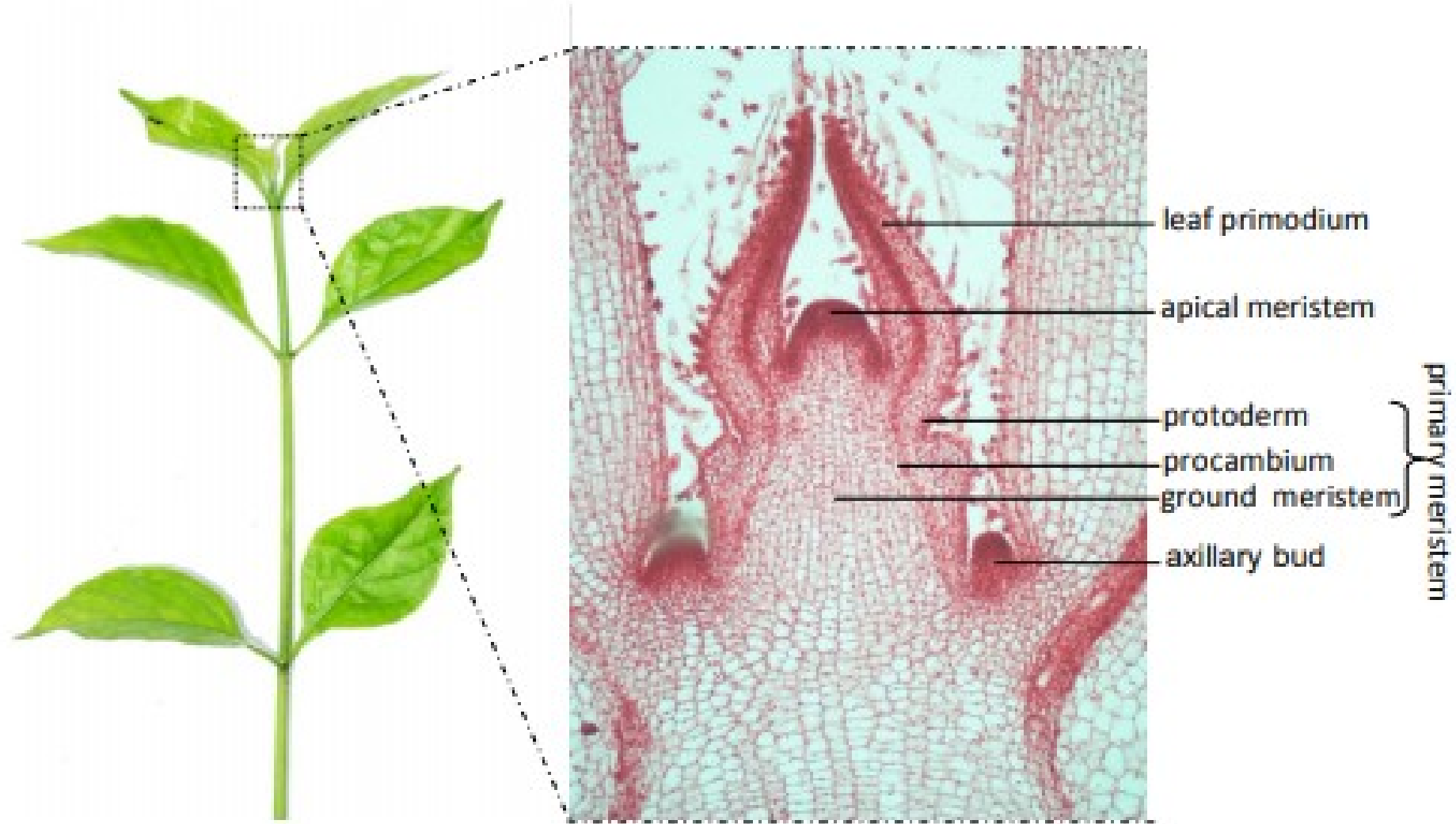
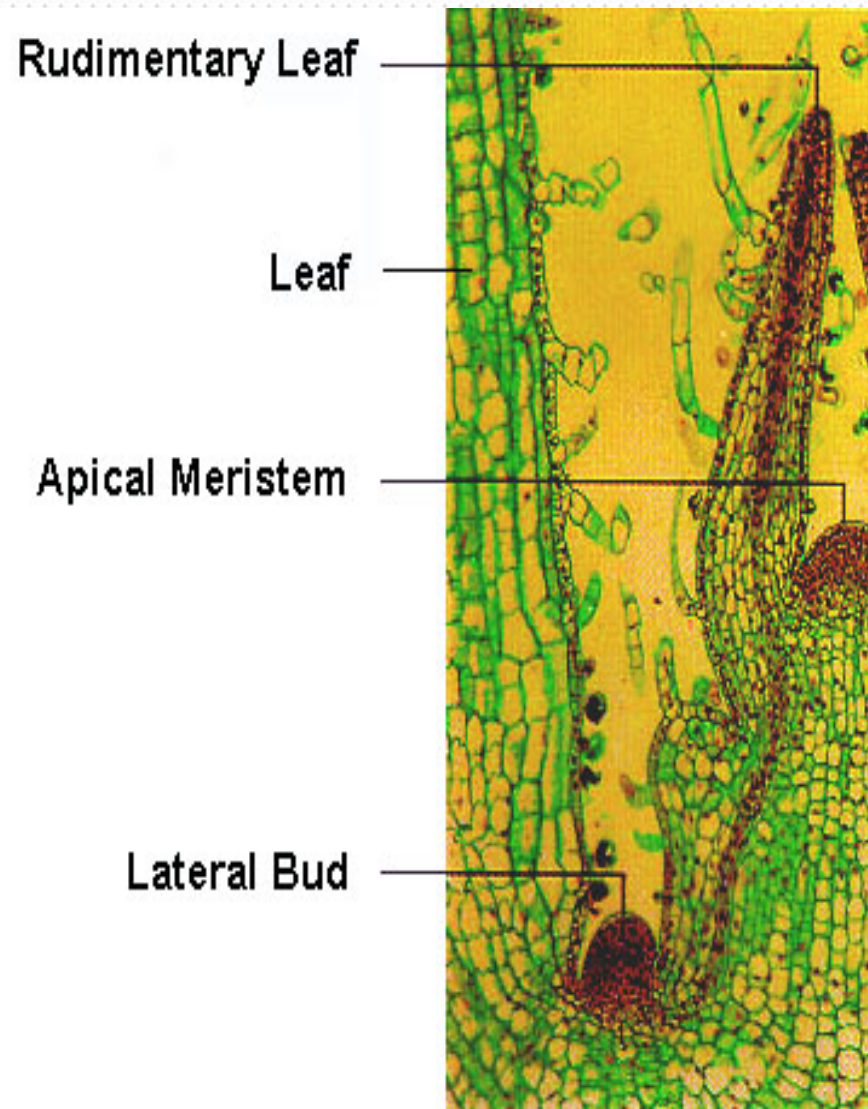
- ข้อ (node) และ
- ปล้อง (Internode)
- ยอด (Apical bud)



นักเรีียนคิดว่าระหว่างข้อและปล้องของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวกับใบเลี้ยงคู่ พืช
พวกใดที่เห็นข้อปล้องชัดเจน กว่ากัน เพราะเหตุใด ???



โครงสร้างของลำต้นจากปลายยอด

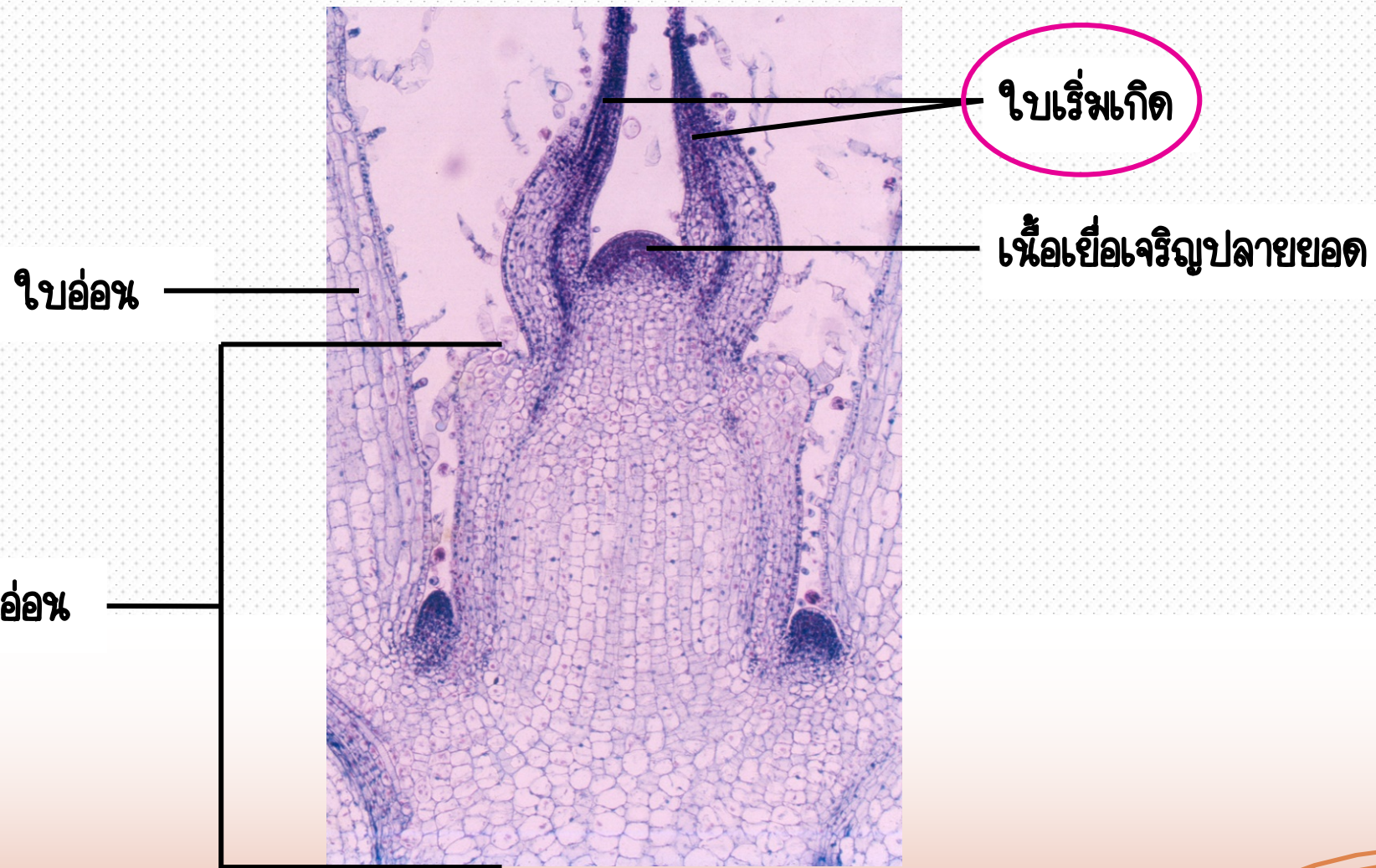


รูปที่ 4 โครงสร้างปลายยอดของลำต้น (ตัดตามยาว)

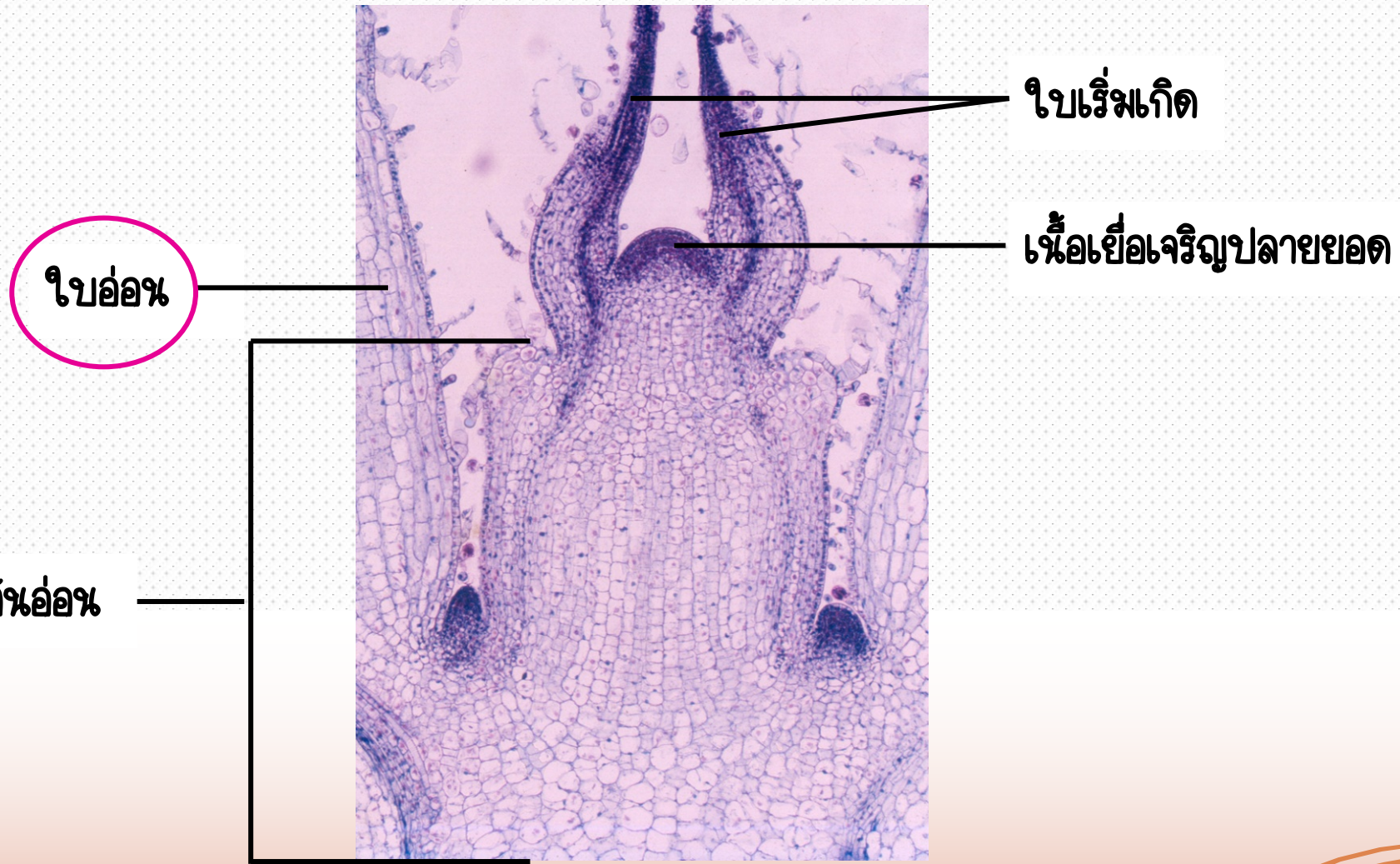
โครงสร้างภายในของปลายยอดตัดตามยาว



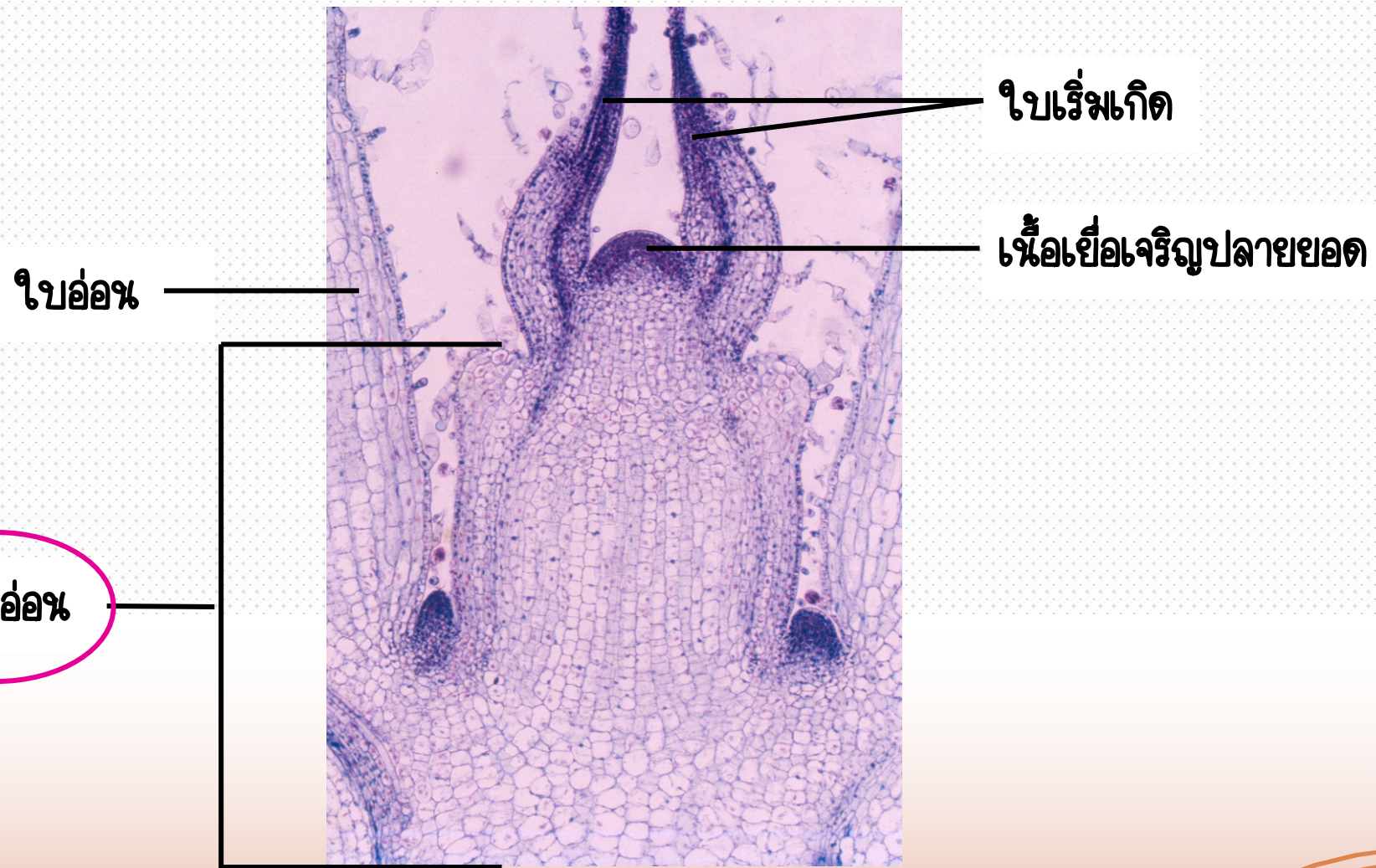
โครงสร้างภายในของปลายยอดตัดตามยาว



โครงสร้างภายในของปลายยอดตัดตามยาว



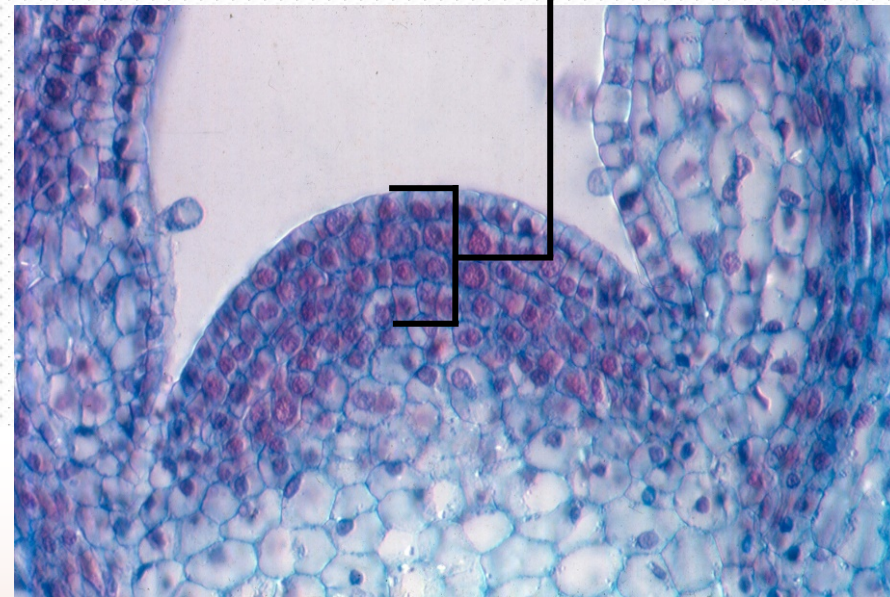
โครงสร้างภายในของปลายยอดตัดตามยาว



โครงสร้างภายในของปลายยอดตัดตามยาว



เนื้อเยื่อเจริญปลายยอด



- เนื้อเยื่อเจริญปลายยอด (apical shoot meristem) อยู่บริเวณปลายสุดของลำต้น เนื้อเยื่อบริเวณนี้มีกลุ่มเซลล์เจริญที่พัฒนาไปเป็นลำต้น ใบ และตาตามซอก โดยปกติตาตามซอกจะเจริญไปเป็นกิ่ง

โครงสร้างภายในของปลายยอดตัดตามยาว



ใบเริ่มเกิด

- ใบเริ่มเกิดหรือเนื้อเยื่อกำเนิดใบ (leaf primordium) อยู่ด้านข้างของเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดที่เป็นขอบของความโค้ง โดยใบเริ่มเกิดจะเจริญพัฒนาไปเป็นใบอ่อน

โครงสร้างภายในของปลายยอดตัดตามยาว

ใบอ่อน

ตาตามซอกเริ่มเกิด



- ใบอ่อน (young leaf) เป็นใบที่เจริญไม่เต็มที่ ในระยะนี้ใบอ่อนจะยังแผ่กางไม่เต็มที่ โดยที่ซอกของใบอ่อนจะมีเนื้อเยื่อต้นกำเนิดกิ่ง เรียกว่า **ตาตามซอกเริ่มเกิด (axillary bud primordium)** ซึ่งต่อไปจะพัฒนาไปเป็นตาตามซอกเมื่อใบที่รองรับตาเจริญเต็มที่ ซึ่งตาตามซอกสามารถเจริญเป็นกิ่งใหม่ได้

โครงสร้างภายในของปลายยอดตัดตามยาว

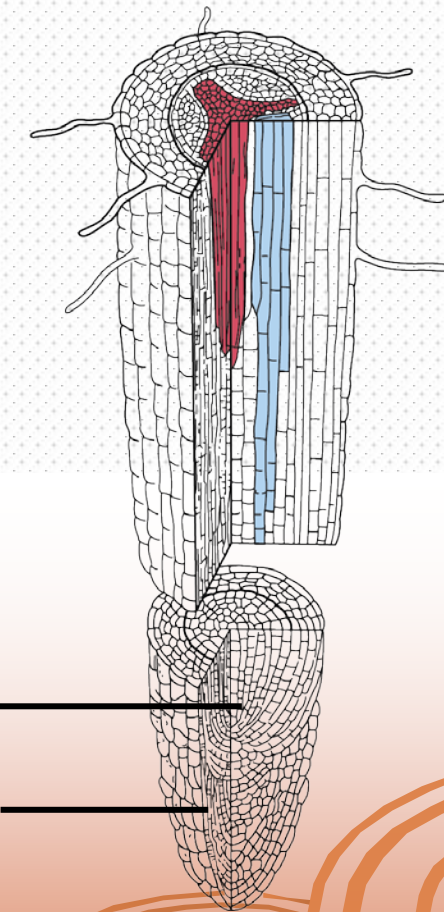
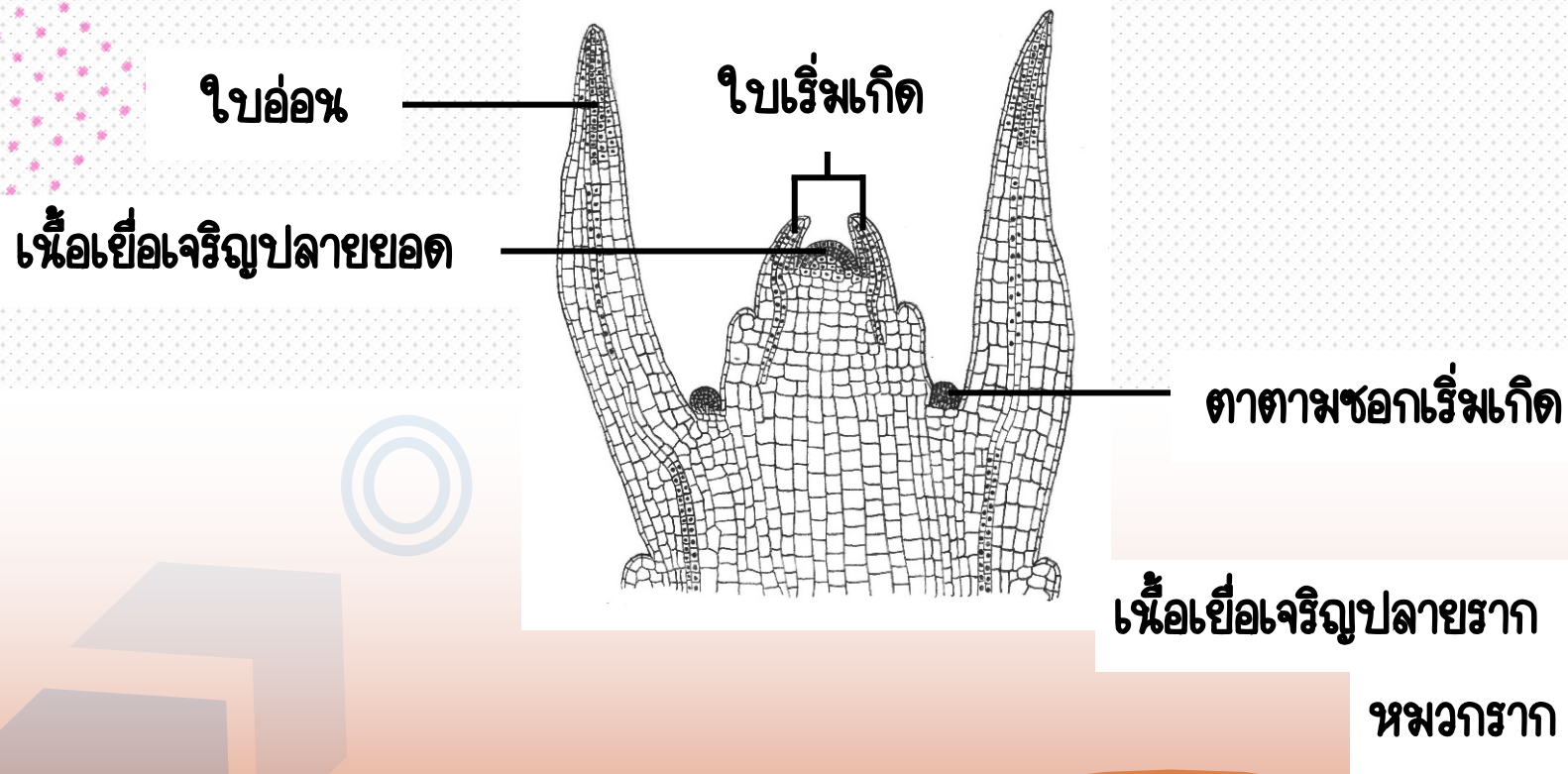
ลำต้นอ่อน



- ลำต้นอ่อน (young stem) อยู่ถัดจากตำแหน่งใบเริ่มเกิดลงมา เป็นบริเวณที่พบเซลล์ที่มีกระบวนการแบ่งเซลล์ตั้งฉากกับแกนยาวของลำต้น เซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์จะมีการขยายขนาด จากนั้นเซลล์จะเปลี่ยนสภาพและเจริญเต็มที่เพื่อเป็นเซลล์ชนิดต่าง ๆ ในเนื้อเยื่อถาวรและทำหน้าที่เฉพาะต่อไป



เมื่อเปรียบเทียบรูปปลายอดกับรูปปลายราก มีลักษณะเหมือน
หรือแตกต่างกันอย่างไร



- ต่างกัน
- ปลายรากมี
หมวกราก
 - ปลายยอดมีใบเริ่ม
เกิด ใบอ่อน และ
ตาตามซอกเริ่มเกิด



โครงสร้างภายในของลำต้นระยะการเติบโตปฐมภูมิ

ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ระยะการเติบโตปฐมภูมิ

- บริเวณใกล้ยอดของลำต้นมีการเติบโตปฐมภูมิ
- ได้จากการแบ่งเซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด
- ลำต้นหรือกิ่งมีความยาวเพิ่มขึ้น



โครงสร้างจากปลายยอด

➤ แบ่งเป็น 4 ส่วน

1. เนื้อเยื่อเจริญปลายยอด (Apical meristem)
2. ใบเริ่มเกิด (Leaf primordium)
3. ใบอ่อน (Young leaf)
4. ลำต้นอ่อน (Young stem)



➤ An overview of primary and secondary growth

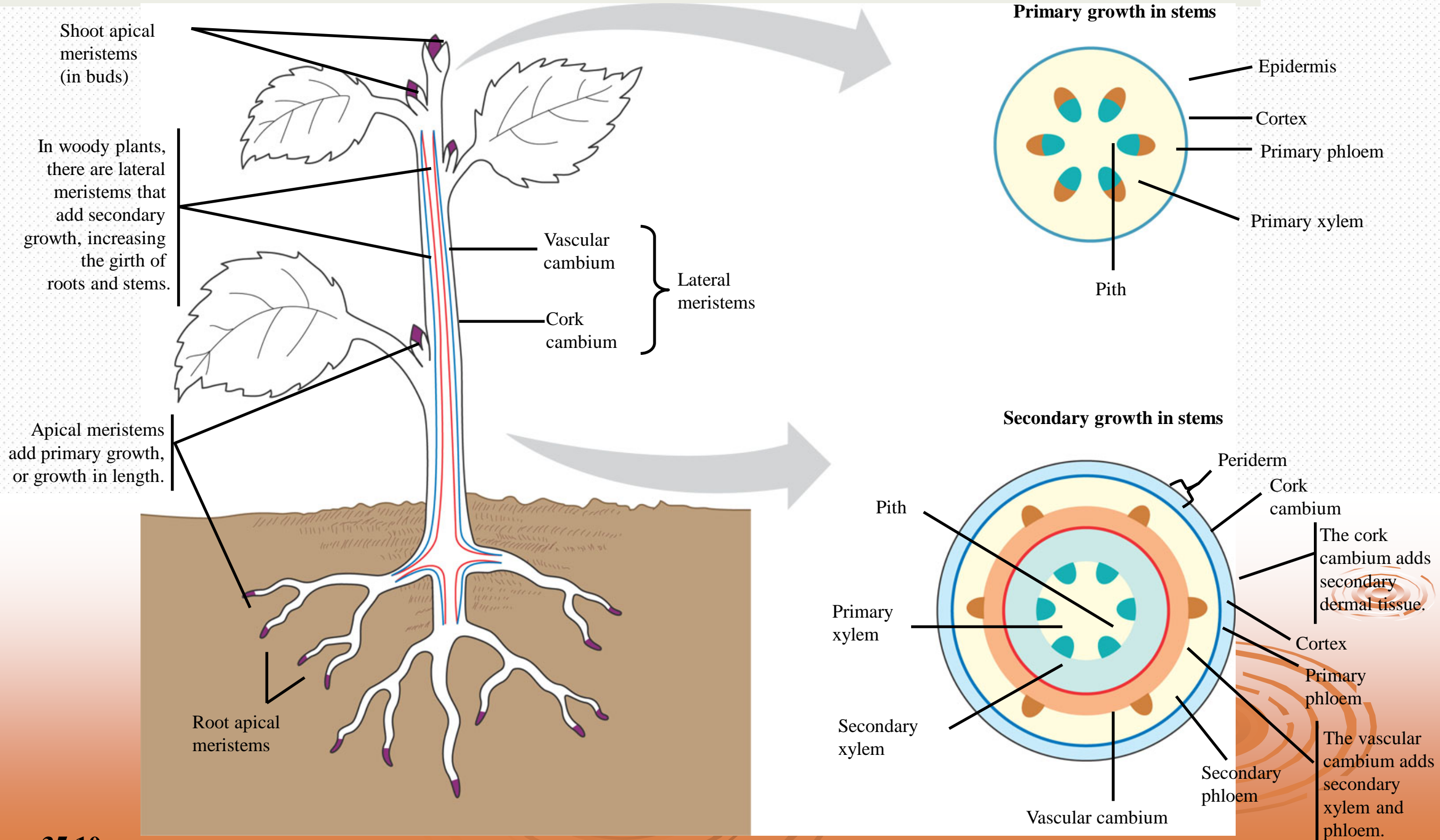


Figure 35.10

Primary Growth ของลำต้น

ที่บริเวณปลายสุดของยอดอ่อนหรือตาอ่อนเราสามารถแบ่งออกเป็นอาณาเขตได้เป็น 3 บริเวณคือ

- 1. บริเวณปลายยอด เซลล์แบ่งตัว(region of cell division) บริเวณนี้จะประกอบด้วยเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายที่เรียกว่า **apical meristem** หรือ **promeristem** เป็นกลุ่มเซลล์ที่ทำหน้าที่แบ่งตัวเพิ่มจำนวนเซลล์อยู่ตลอดเวลา
- 2. บริเวณเซลล์ยืดตัว(region of cell elongation) เป็นส่วนที่อยู่ถัดลงมาจากบริเวณเซลล์แบ่งตัว โดยเนื้อเยื่อบริเวณนี้จะเริ่มเปลี่ยนแปลงเป็นเนื้อเยื่อเจริญที่เรียกว่า **primary meristem** ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อต่างชนิดกัน 3 ชนิดคือ protoderm , ground meristem และ procambium ซึ่งเนื้อเยื่อดังกล่าวจะเรียงตัวกัน

Primary Growth ของลำต้น

- 3. บริเวณเซลล์เจริญเต็มที่ (region of maturation) ที่บริเวณนี้เนื้อเยื่อ primary meristem ดังกล่าวจะเปลี่ยนแปลงเป็นเนื้อเยื่อถาวรที่เรียกว่า primary permanent tissue ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อชนิดต่างๆคือ
 - 3.1) epidermis เปลี่ยนแปลงมาจาก protoderm ส่วนใหญ่มีความหนาเพียงชั้นเดียวอยู่นอกสุด อาจเปลี่ยนแปลงเป็นปากใบ(stomata) หรือขน(trichome or hair)
 - 3.2) ชั้น Cortex เปลี่ยนแปลงมาจาก ground meristem เป็นบริเวณที่ประกอบขึ้นจากเนื้อเยื่อหลายชั้นจึงมีอาณาเขตกว้างมากแต่ก็ยังคงแคบกว่าในราก(เมื่อเปรียบเทียบกับอาณาเขตของ stele) เนื้อเยื่อส่วนใหญ่เป็น parenchyma, collenchyma, chlorenchyma หรืออาจเป็น sclerenchyma ซึ่งช่วยให้ความแข็งแรงแก่ลำต้นก็ได้

Primary Growth ของลำต้น

ชั้นในสุดของ cortex เป็น endodermis เรียงตัวชั้นเดียว ในลำต้นของพืชส่วนใหญ่ชั้น endodermis จะเห็นไม่ชัดหรือไม่ก็มีเลย(แต่ในรากมีและเห็นชัดเจน)

3.3 ชั้น stele ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชนิดต่างๆได้แก่

➤ 3.3.1) vascular bundle เป็นกลุ่มเนื้อเยื่อที่เปลี่ยนแปลงมาจาก procambium

ประกอบด้วย

□ primary phloem อยู่ข้างนอกและ primary xylem อยู่ข้างใน ระหว่าง phloem กับ xylem จะมี cambium ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญที่มีความหนาเพียงชั้นเดียวคั่นกลางอยู่และมีลักษณะเป็นแถบยาวก็เลยเรียกว่า Fascicular cambium

Primary Growth ของลำต้น

□ Primary phloem ประกอบด้วย protophloem และ metaphloem ส่วน primary xylem ก็ประกอบด้วย protoxylem และ metaxylem

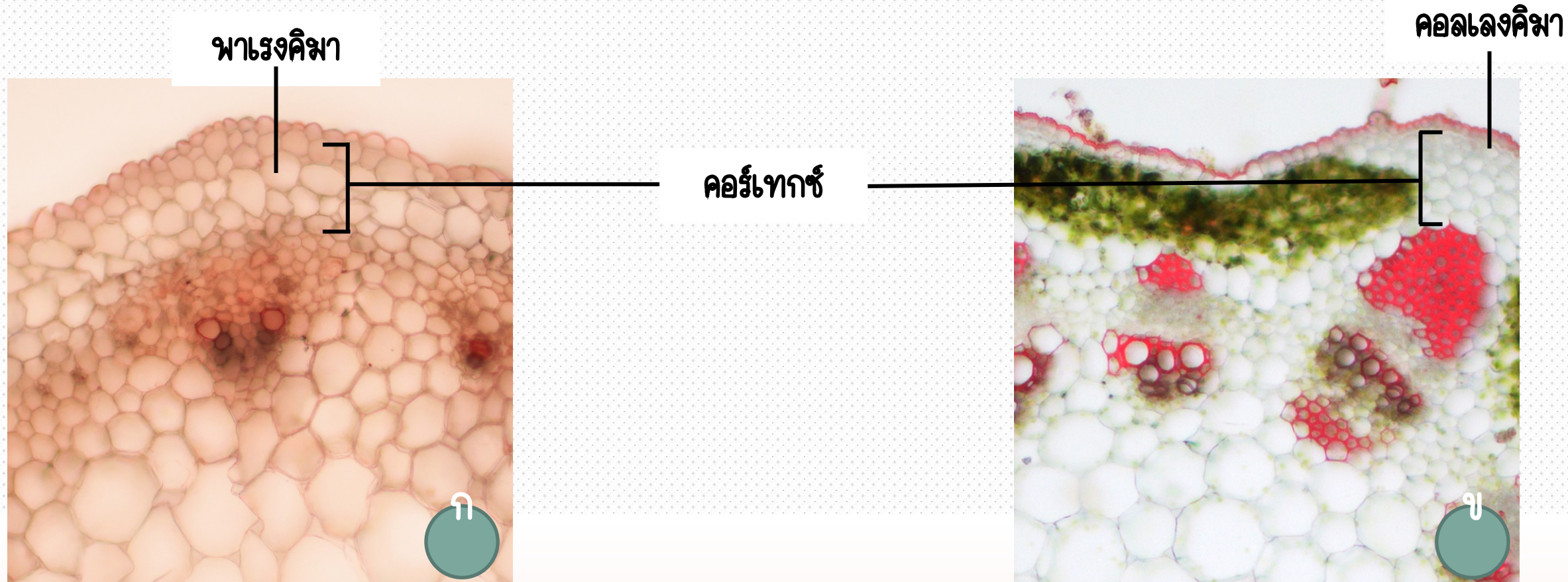
□ การเจริญและแก่ตัวของ xylem ในลำต้นนั้นมักจะเริ่มจากข้างในหรือศูนย์กลางออกไปข้างนอก และมี protoxylem อยู่ข้างในของ metaxylem อีกทีหนึ่งจึงเรียก xylem แบบนี้ว่า **Endarch xylem**

3.3.2) Pith เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ใต้ออกของลำต้น เปลี่ยนแปลงมาจาก ground meristem ประกอบด้วย parenchyma เป็นส่วนใหญ่ ทำหน้าที่สะสมอาหาร

□ นอกจากจะมี pith เป็นไส้กลางแล้วยังมีกระจายไประหว่างกลุ่มของ vascular bundle อีกด้วยจึงดูคล้ายรัศมีจากไส้กลาง เรียกว่า pith ray ซึ่งทำหน้าที่สะสมอาหารและช่วยลำเลียงน้ำ เกลือแร่ต่างๆและอาหารไปทางด้านข้างของลำต้น



โครงสร้างภายในของลำต้นระยะการเติบโตปฐมภูมิ



รูปร่างของลำต้นเมื่อใบเลี้ยงคู่ตัดตามขวางในระยะการเติบโตปฐมภูมิ

ก. ลำต้นถั่วเขียว

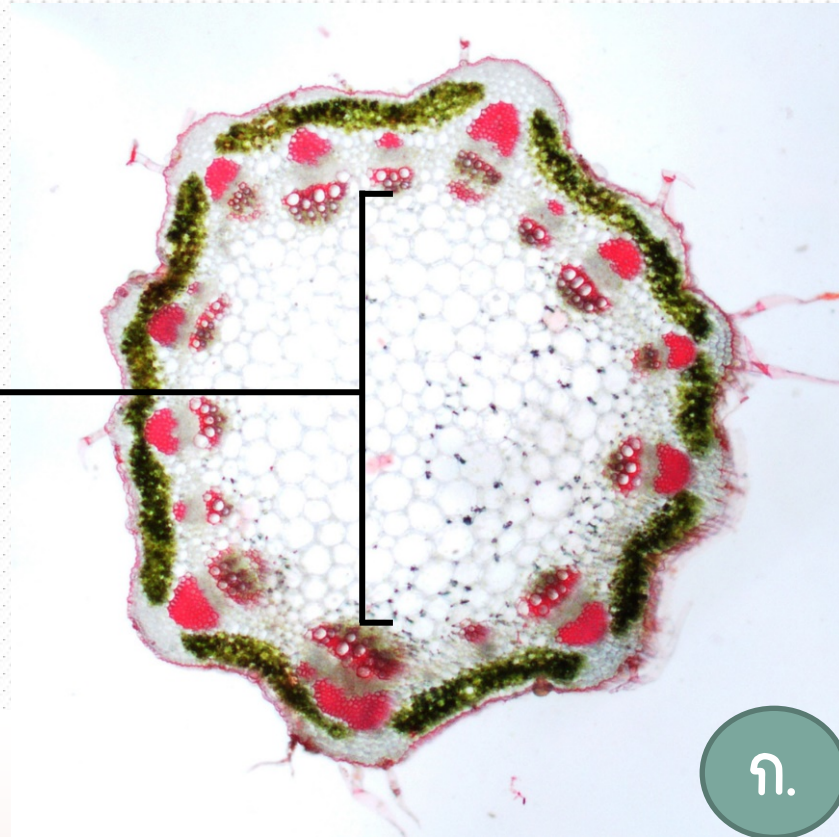
ข. ลำต้นหอมไชโย



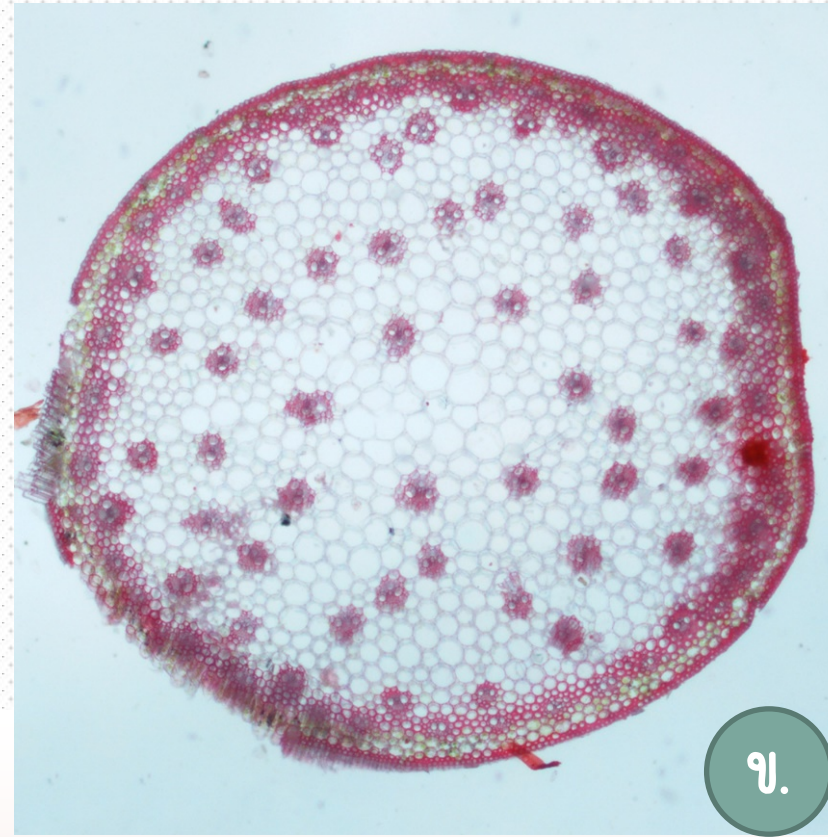
โครงสร้างภายในของลำต้นระยะการเติบโตปฐมภูมิ



พืช



ก.



ข.

ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตัดตามขวางในระยะการเติบโตปฐมภูมิ

ก. ลำต้นพืชมอไฟอย

ข. ลำต้นข้าวโพด





พืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด เมื่อ
ลำต้นมีอายุมากขึ้น พบว่า บริเวณ
แกนกลางลำต้นซึ่งอาจรวมทั้งปith และ
เนื้อเยื่ออื่นอาจสลายไปกลายเป็นช่อง
เรียกว่า ช่องปith (pith cavity)



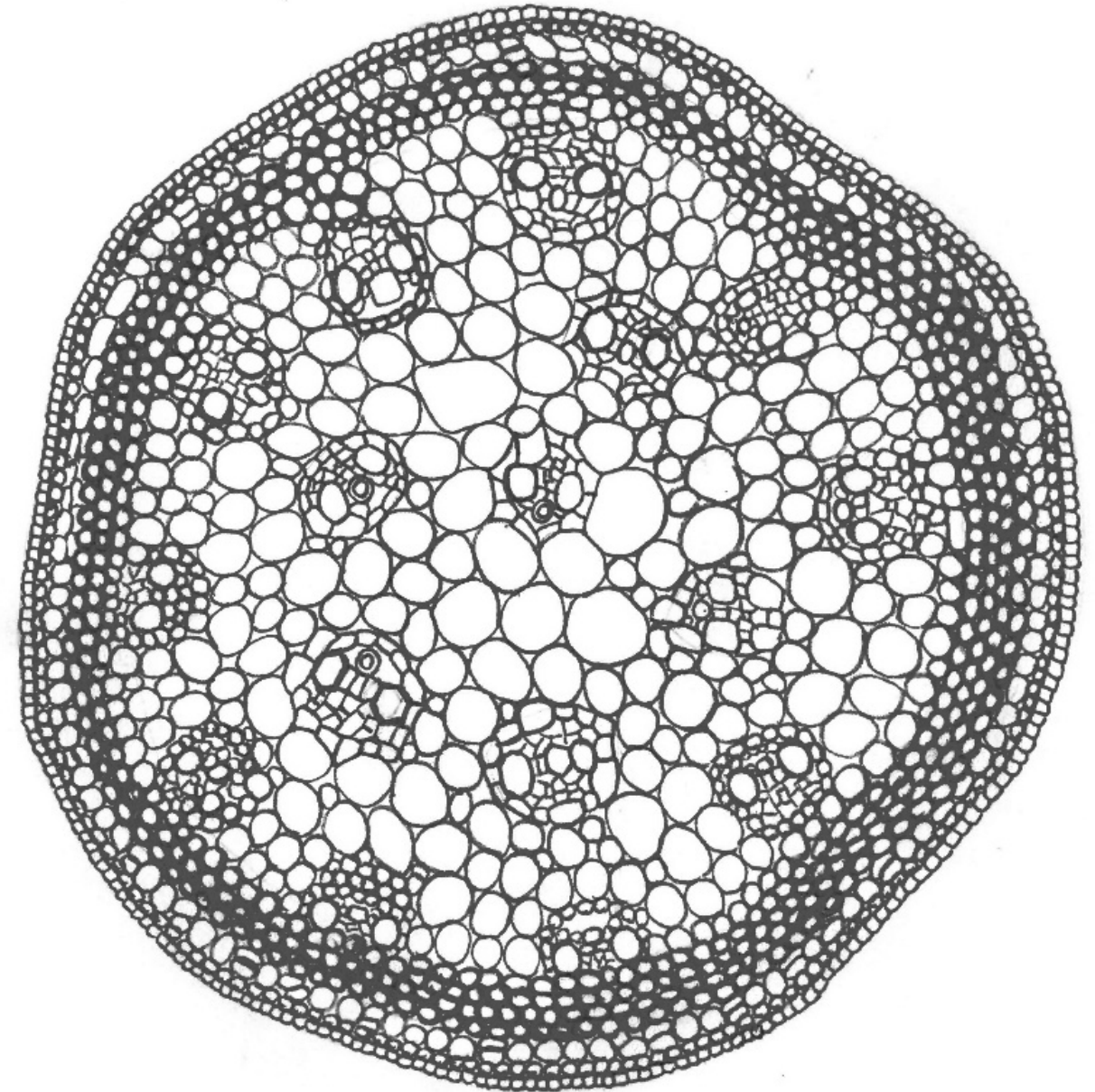
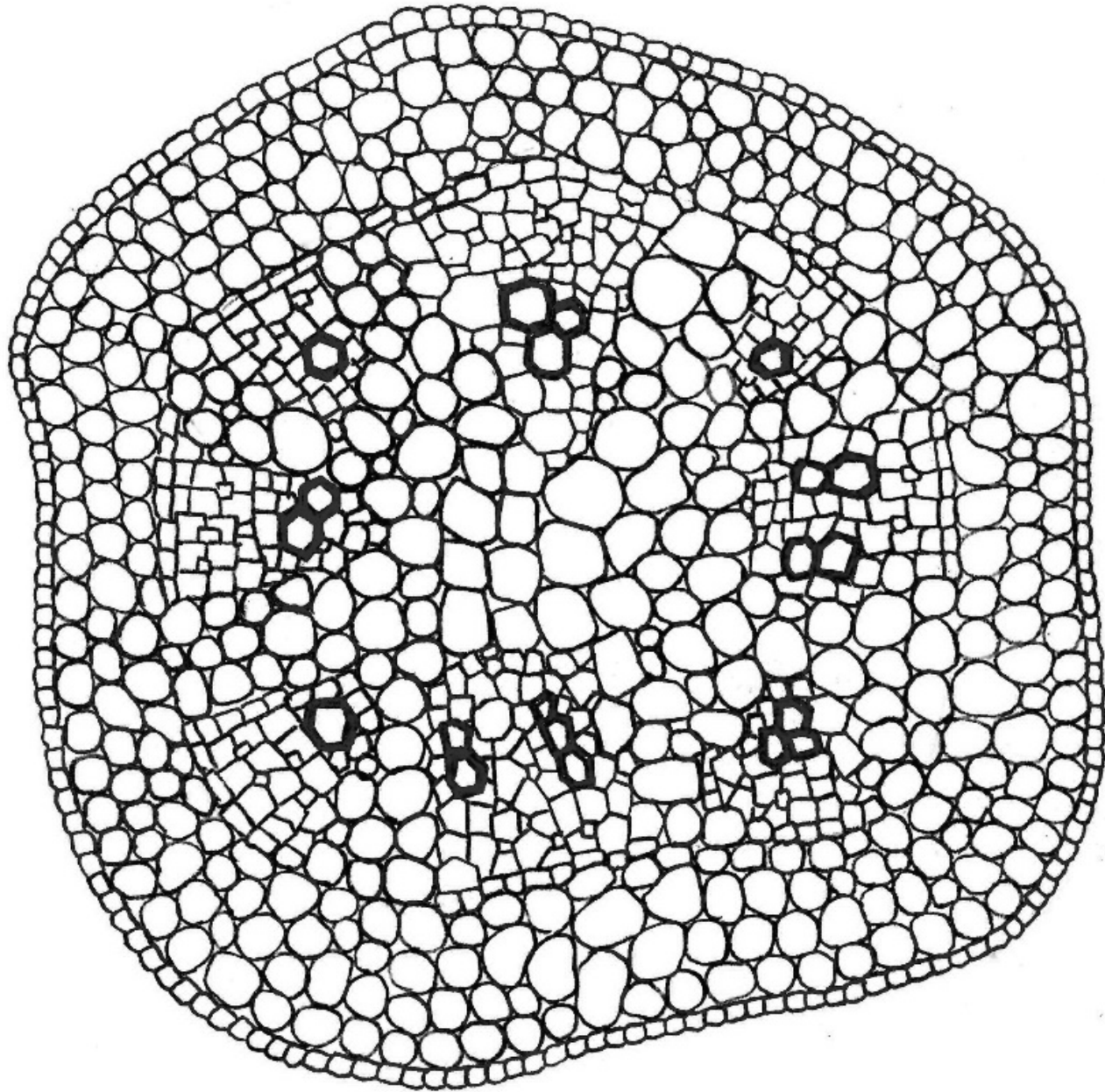
ช่องปith

ลำต้นไม้ตัดตามขวาง

รูปลำต้นไม้ เนื้อเยื่อโดย รศ.ดร.มานิต คิโตอยู่

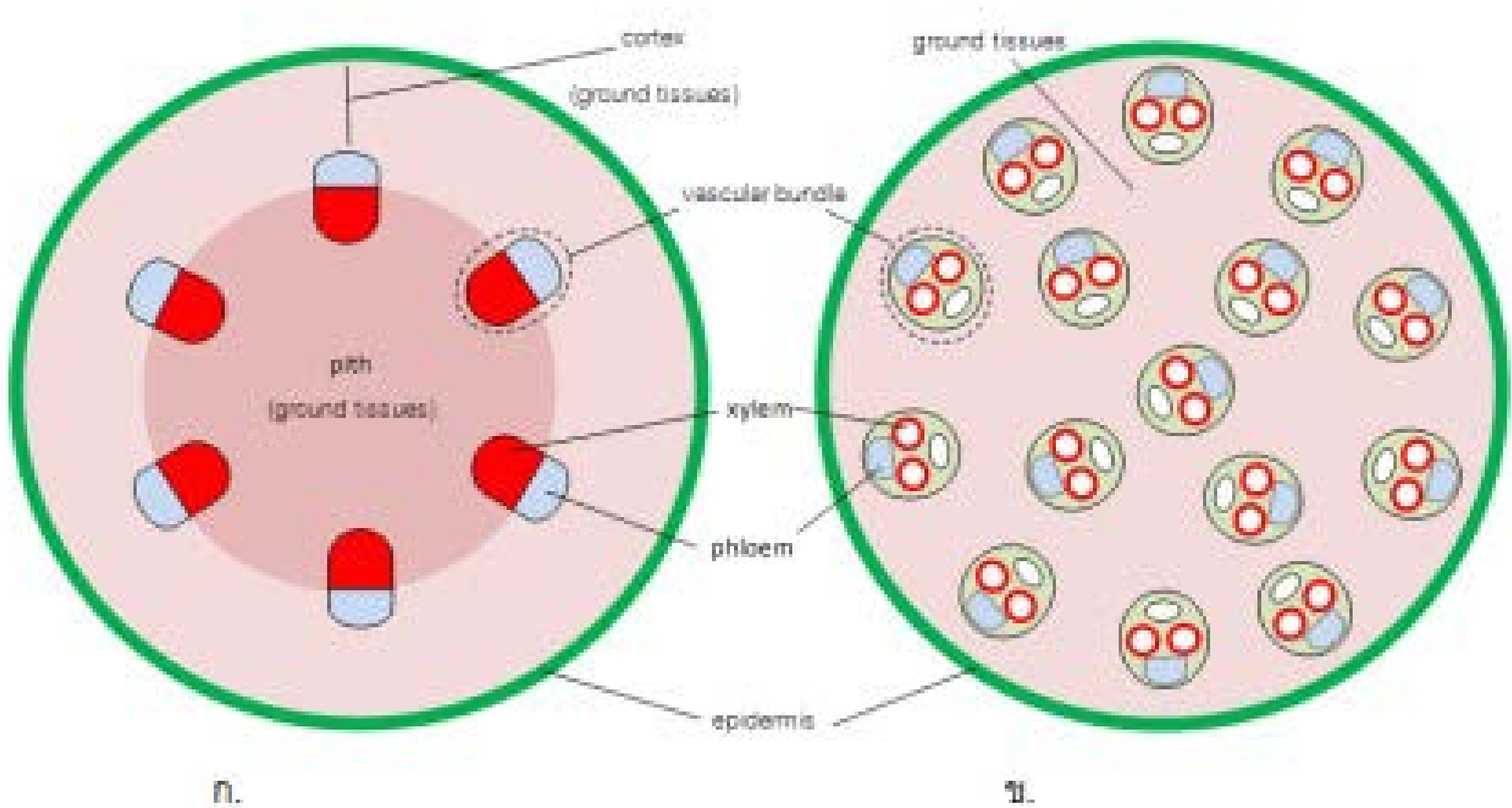


? เนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ และการจัดเรียงตัวของวาสคิวลาร์บางชนิดใน
ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร



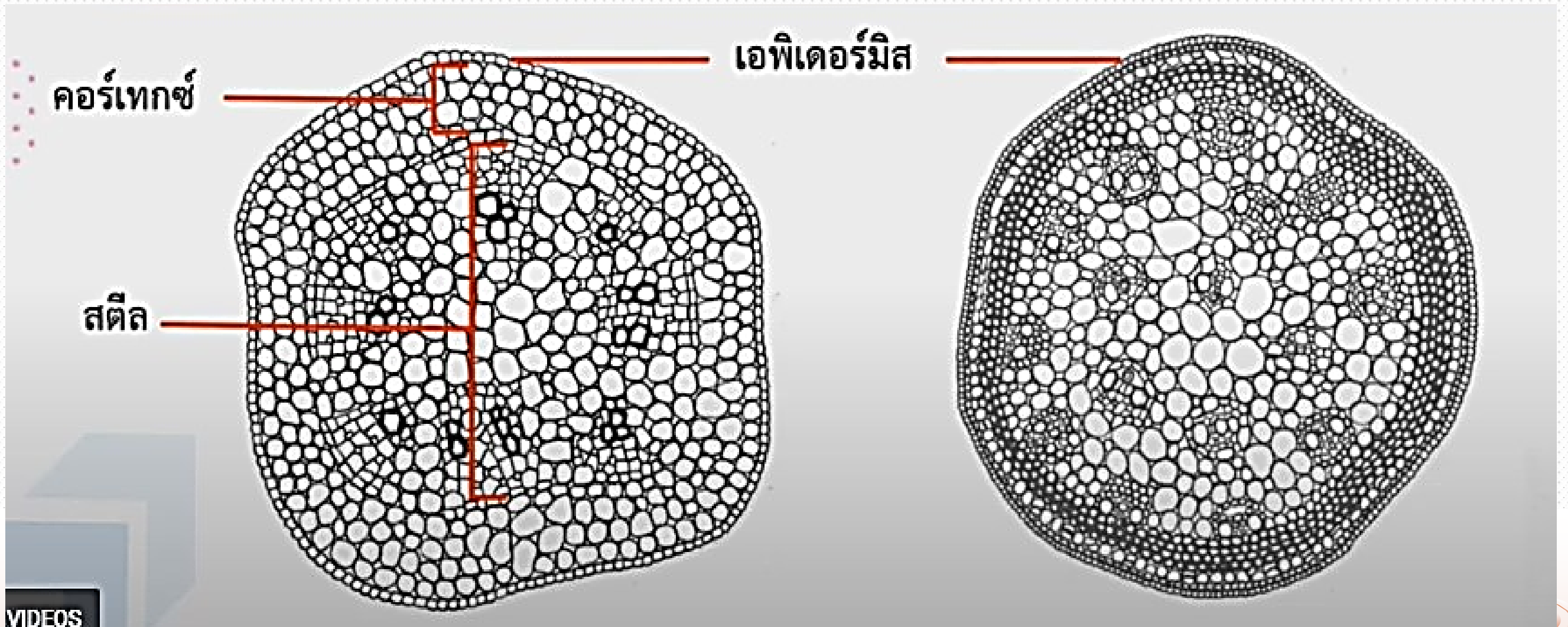
? ลักษณะที่สำคัญของโครงสร้างภายนอกของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ประเภทของ ลำต้นพืช	ลักษณะที่เหมือนกัน	ลักษณะที่ต่างกัน	
พืชใบเลี้ยงคู่	ผิวของลำต้นเรียบหรือขรุขระ มีขน สีของลำต้นมีสีเขียว หรือมีสีอื่นปน	เห็นข้อและปล้อง ไม่ชัดเจน	เห็นตามซอก ชัดเจน
พืชใบเลี้ยงเดี่ยว		เห็นข้อและปล้อง ชัดเจน	ไม่เห็นตามซอก

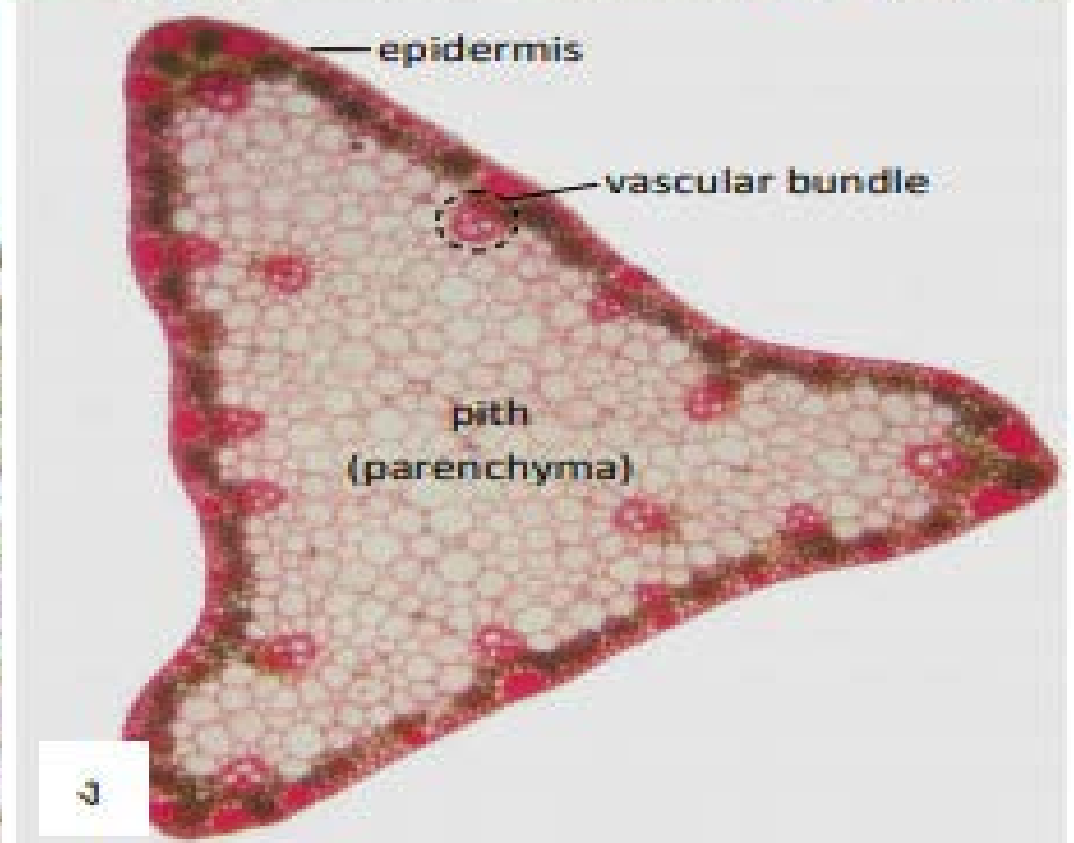
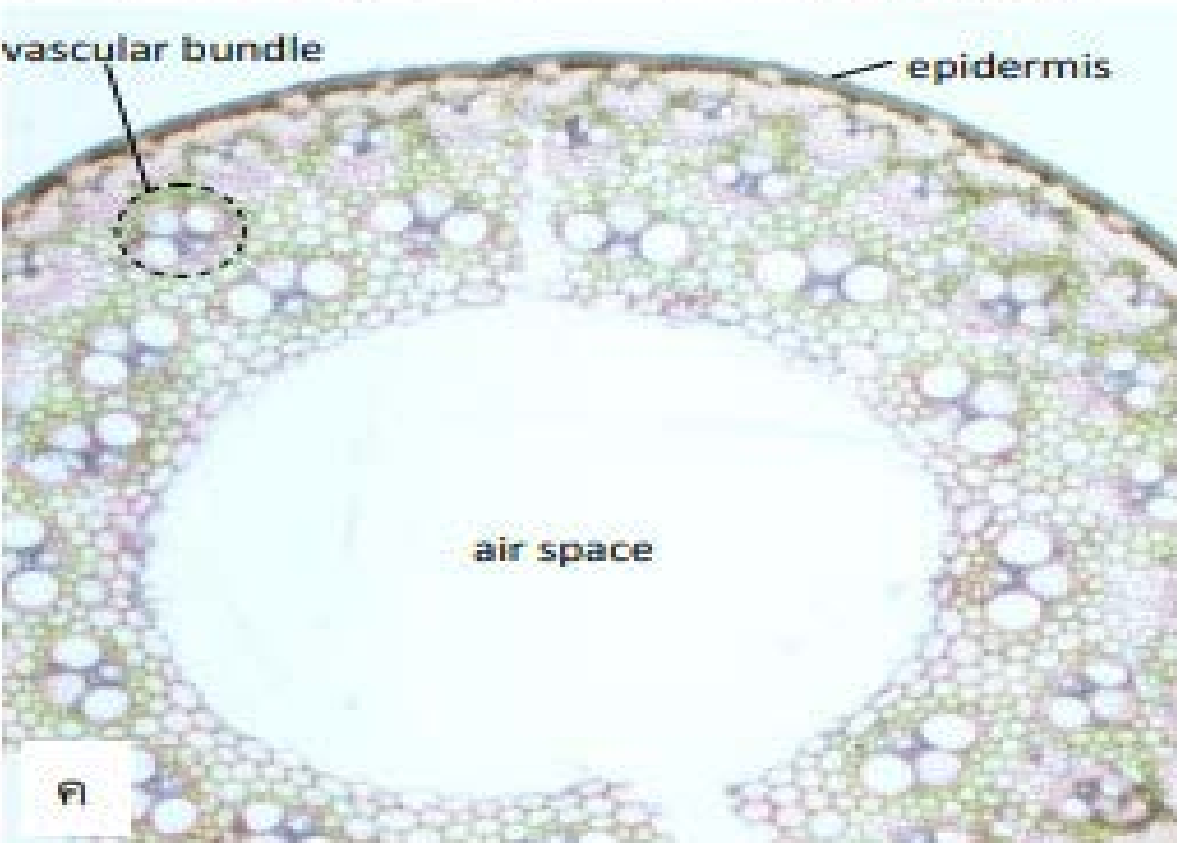
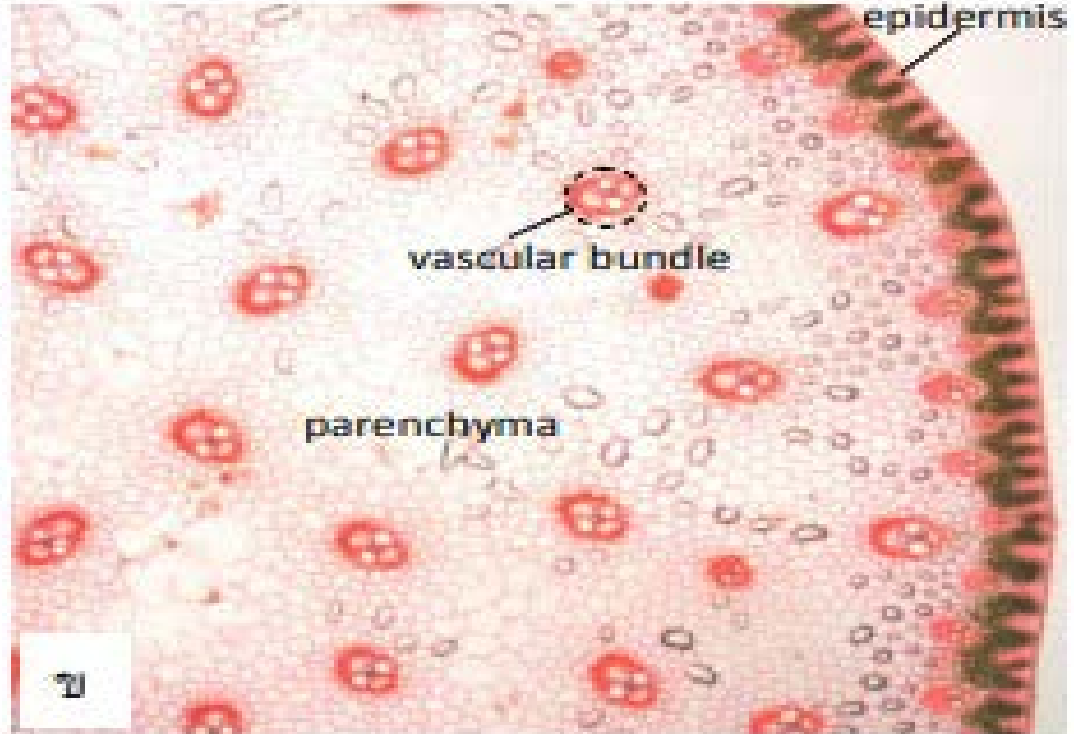
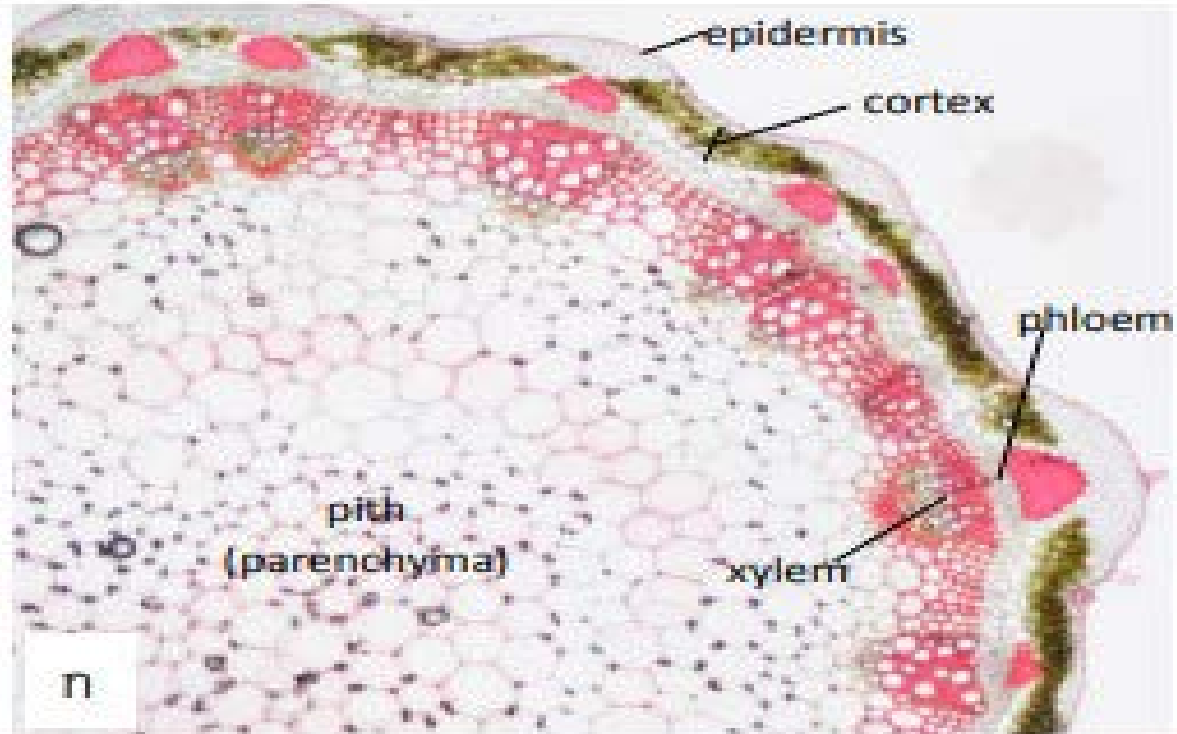


ไดอะแกรมเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืช ก. ลำต้นใบเลี้ยงคู่ ข. ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ ใบเลี้ยงเดี่ยว

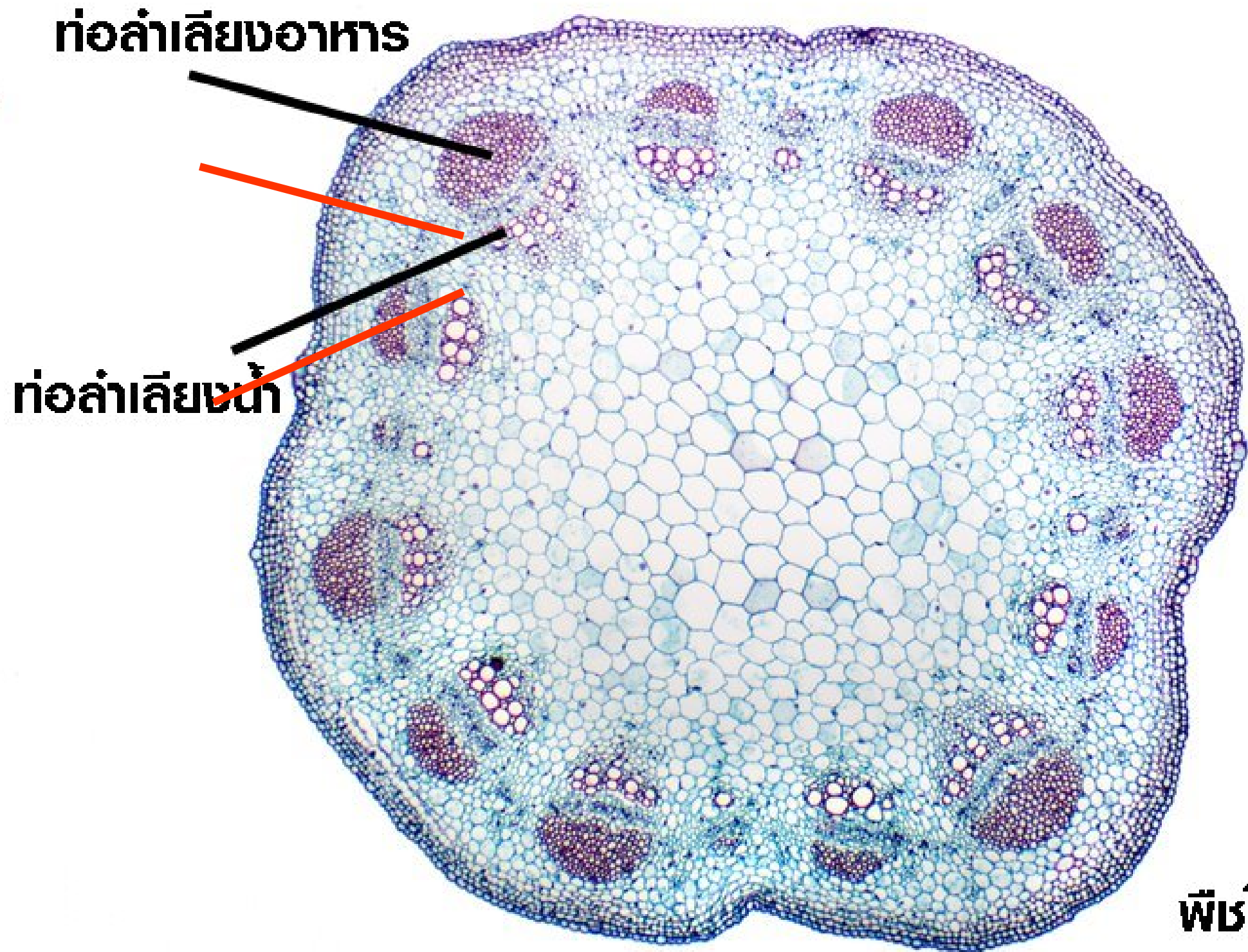


- เนื้อเยื่อชั้นต่างๆและการจัดเรียงตัวของวาสคิวลาร์บันด์ในลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร



โครงสร้างภายในลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ก. พืชใบเลี้ยงคู่ (หม้อน้ำ) ข-ง. พืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข. กก ค. ไม้ ง. กกสามเหลี่ยม)

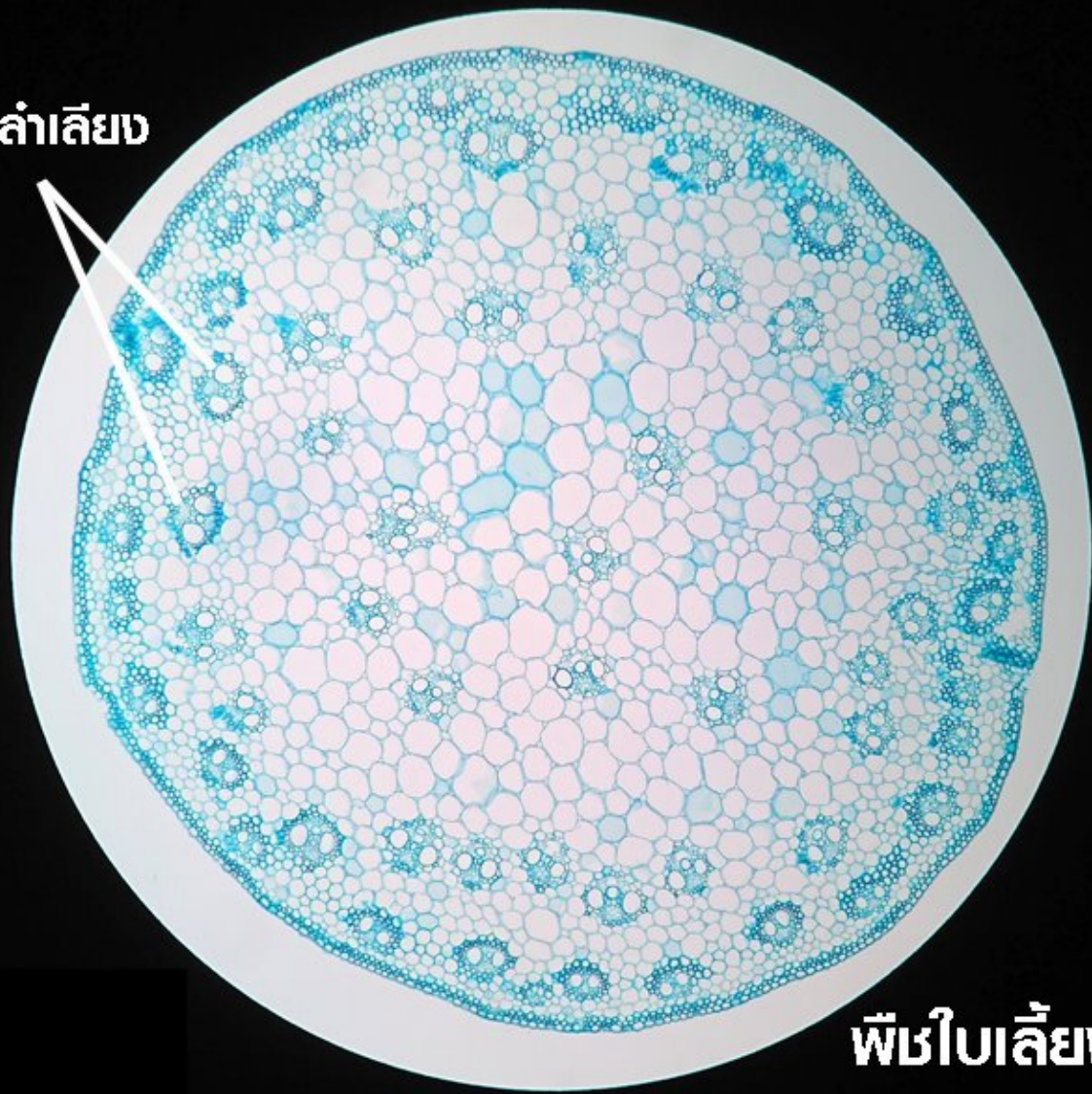
ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่



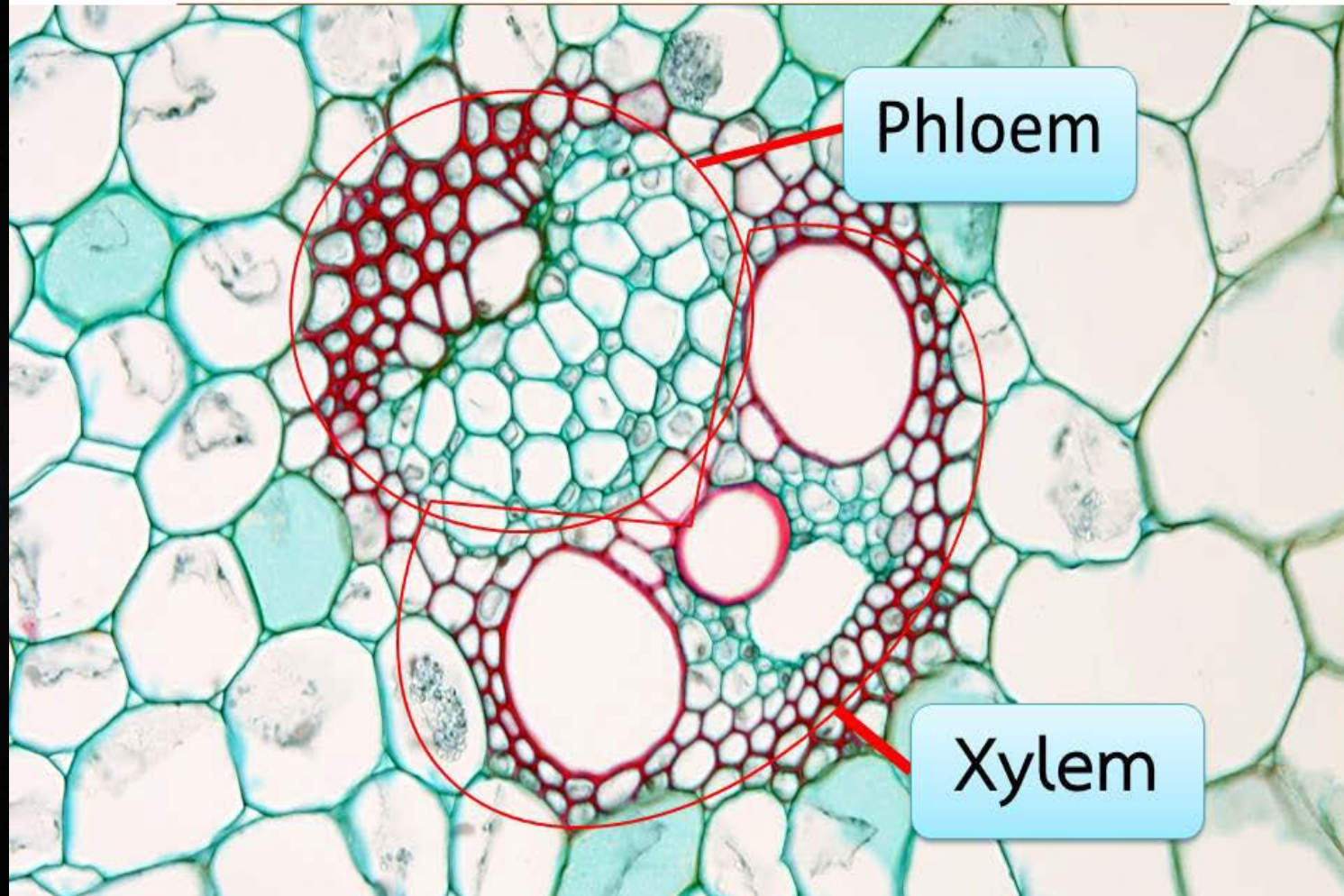
พืชใบเลี้ยงคู่

โครงสร้างลำต้นใบเลี้ยงเดี่ยว

มัดท่อลำเลียง

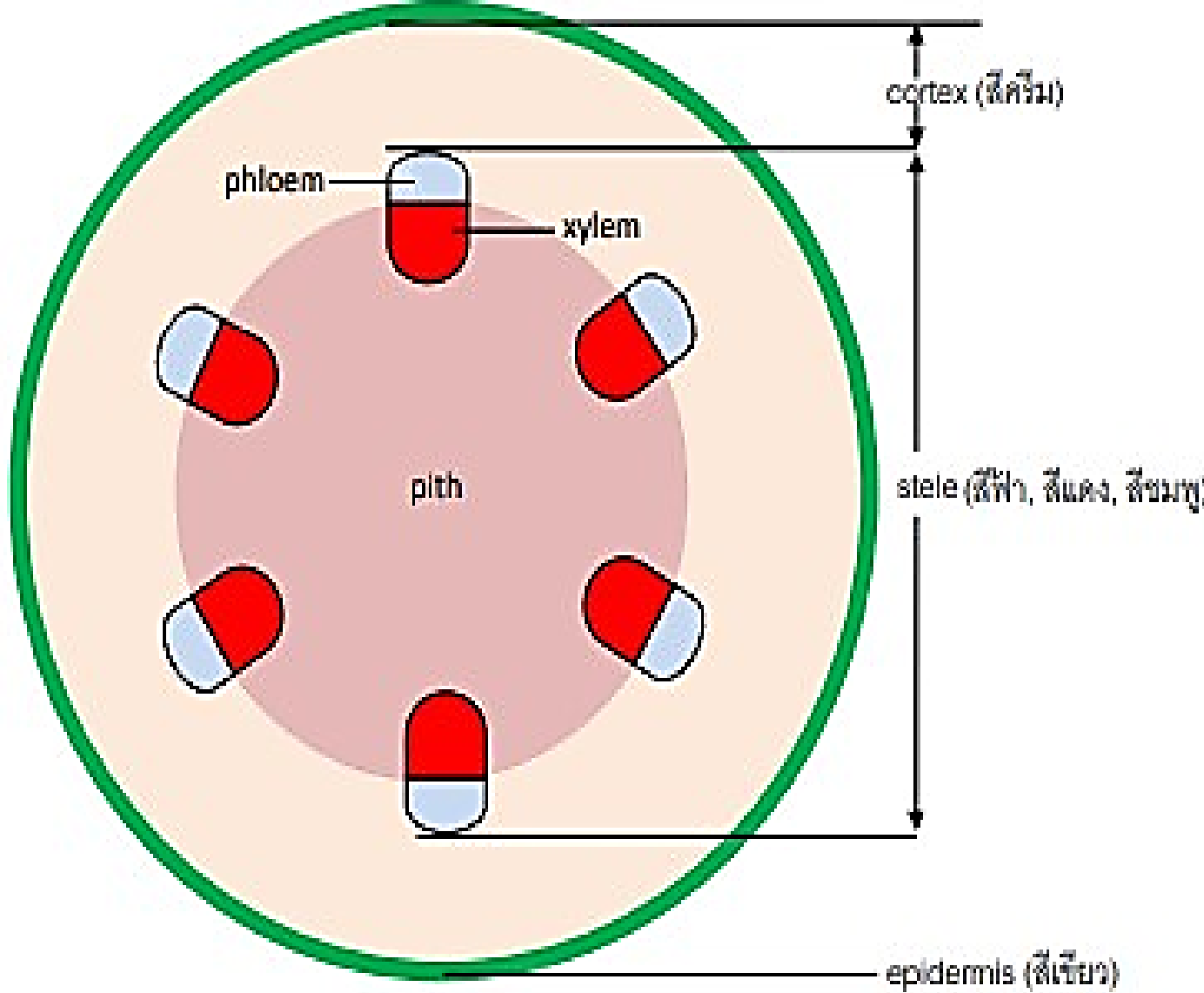
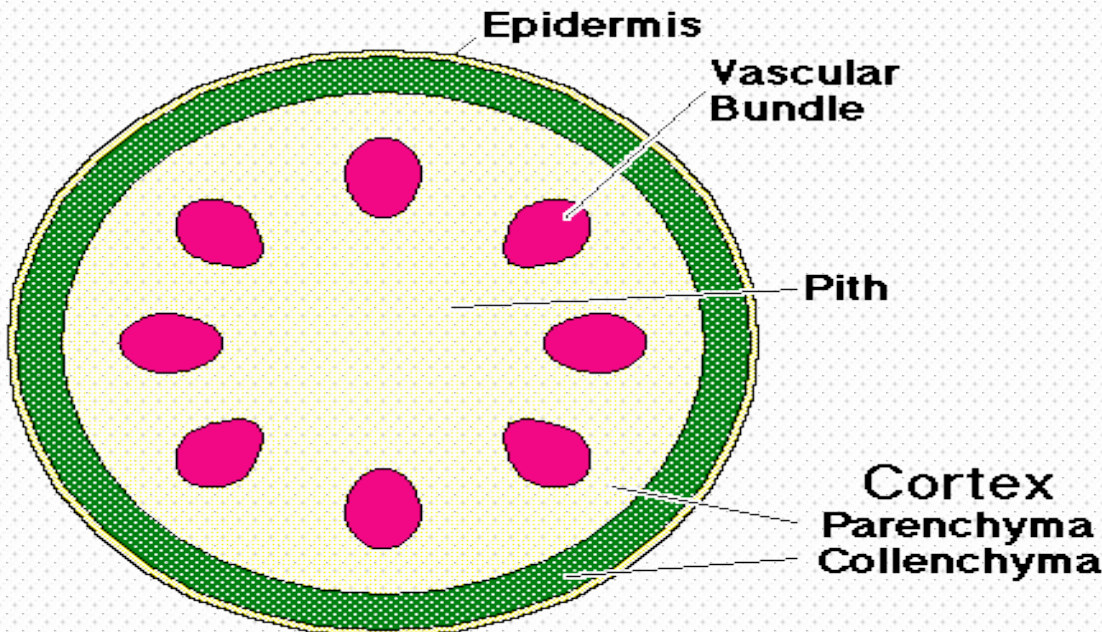


พืชใบเลี้ยงเดี่ยว

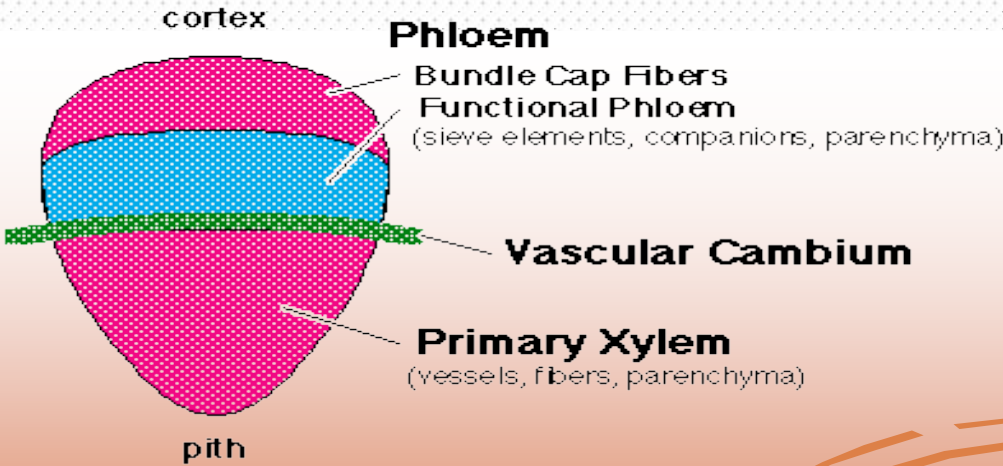


ภาพมัดท่อลำเลียงของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

Dicot Stem Cross Section



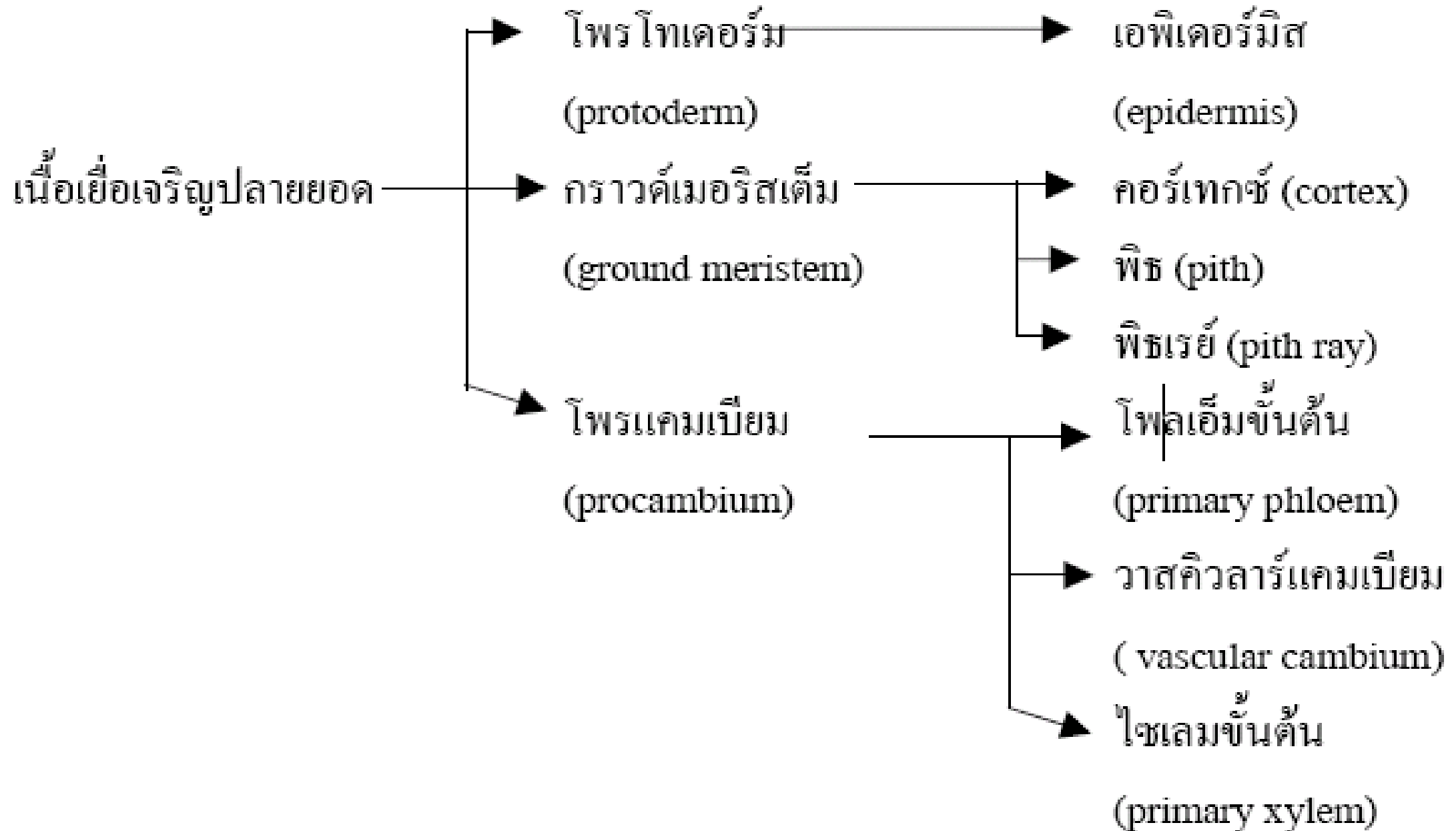
Dicot Vascular Bundle



โครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่

Primary Growth ของลำต้น

สรุปการเจริญขั้นต้นของลำต้น



เปรียบเทียบ ราก ลำต้น

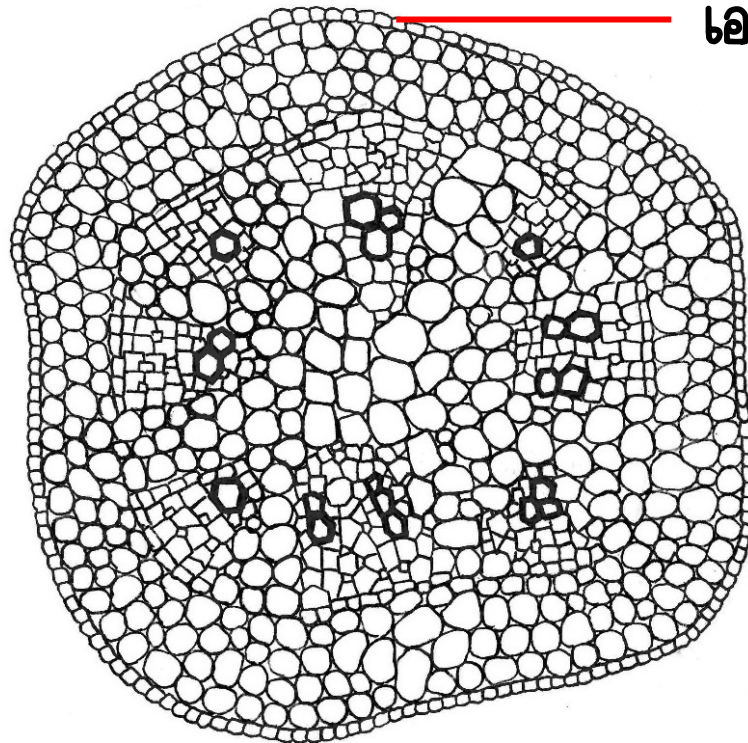
ราก

- เซลล์เรียงตัวเป็นแถวเดียว
- มีขนราก
- ไม่มีปากใบ
- เซลล์ผิวไม่มีคิวทินเคลือบ

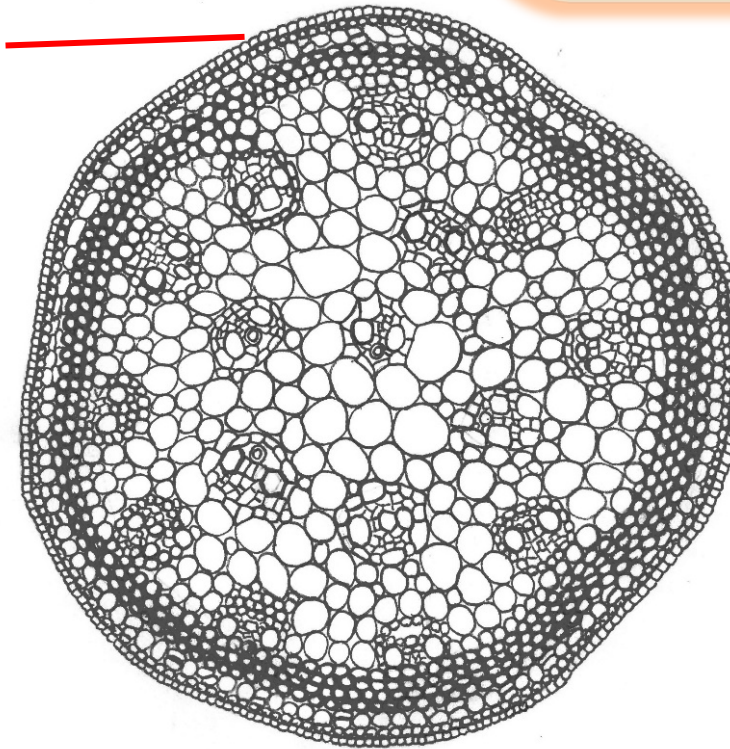
เอพิเดอร์มิส

ลำต้น

- เซลล์เรียงตัวเป็นแถวเดียว
- มีขน หรือต่อม
- มีปากใบ
- พบคิวทินสะสมเป็นชั้นคิวทินเคลือบ



เอพิเดอร์มิส



เปรียบเทียบ ราก ลำต้น

ราก

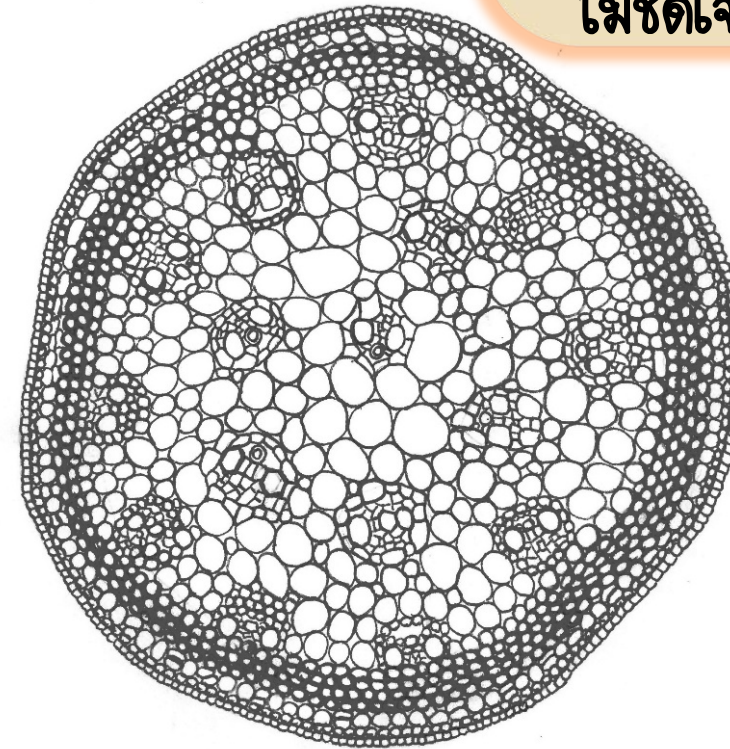
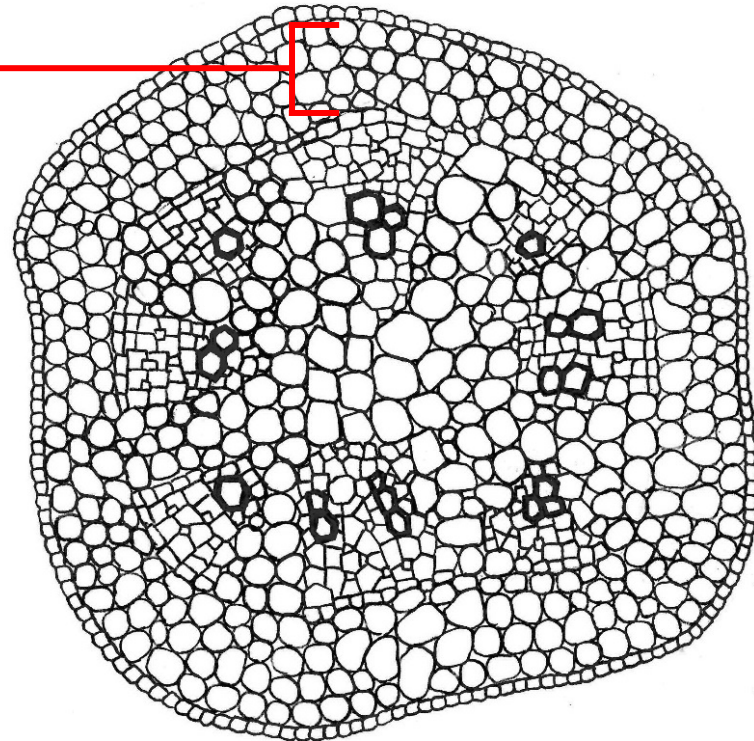
- ขอบเขตกว้างเมื่อเทียบกับสเต็ม
- ในระยะการเติบโตปฐมภูมิ
- ส่วนใหญ่พบพาราเรงคิมา
- พบเอินโดเดอริส

คอร์เทกซ์

ลำต้น

- ขอบเขตแคบเมื่อเทียบกับสเต็ม
- ในระยะการเติบโตปฐมภูมิ
- ส่วนใหญ่พบพาราเรงคิมา
- ไม่พบเอินโดเดอริส หรือเห็นไม่ชัดเจน

คอร์เทกซ์



เปรียบเทียบ ราก ลำต้น

ราก

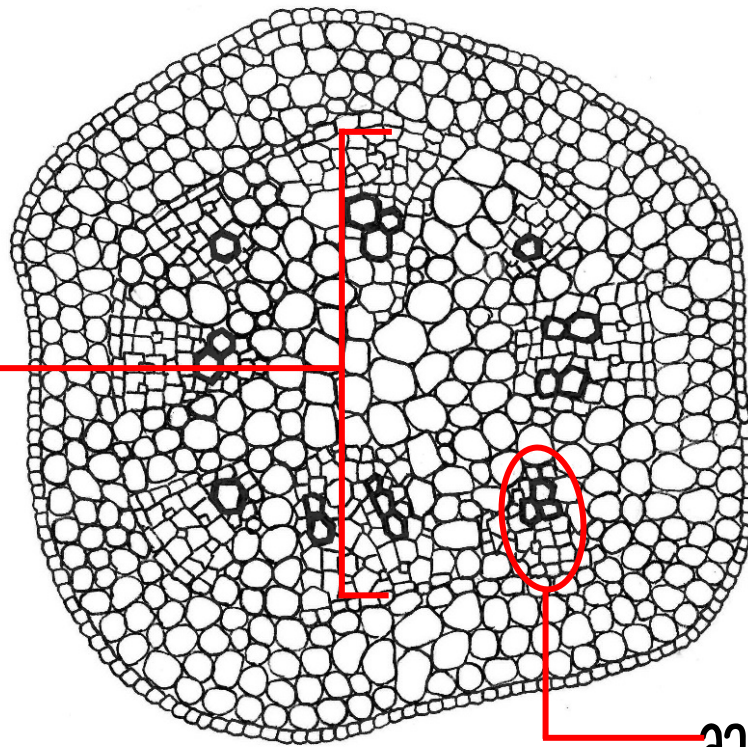
- ขอบเขตแคบเมื่อเทียบกับคอร์เทกซ์ในระยะการเติบโตปฐมภูมิ
- พบเพริไซเคิล
- วาสคิวลาร์ปริงเทิลมี 1 กลุ่ม ลักษณะเป็นแหวน
- มีพิเศษเฉพาะในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

สเต็ม

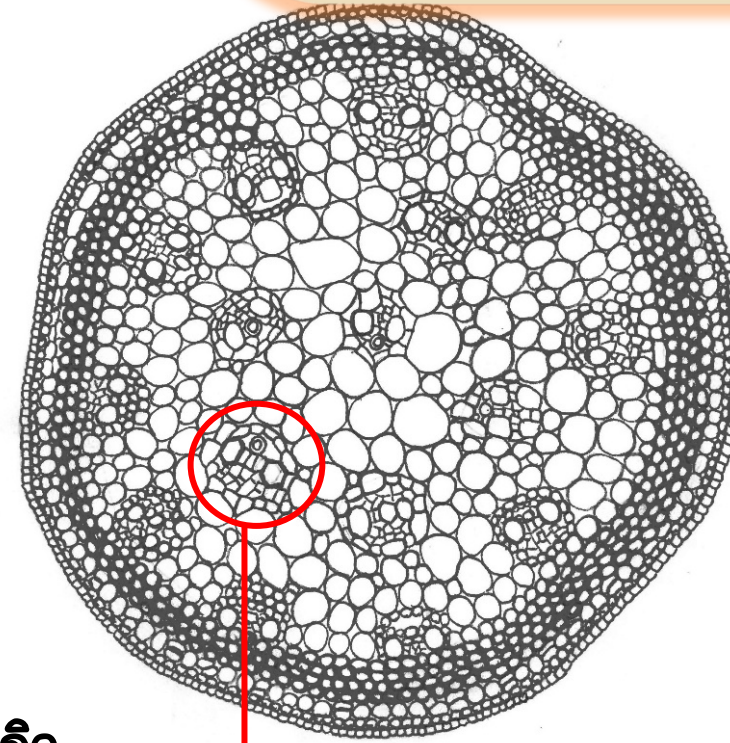
ลำต้น

- ขอบเขตกว้าง เมื่อเทียบกับคอร์เทกซ์ในระยะการเติบโตปฐมภูมิ
- ไม่พบเพริไซเคิล
- วาสคิวลาร์ปริงเทิลมีหลายกลุ่ม
- มีพิเศษเฉพาะในพืชใบเลี้ยงคู่ แต่พืชใบเลี้ยงเดี่ยวเห็นขอบเขตไม่ชัดเจน

สเต็ม



วาสคิวลาร์ปริงเทิล



★ ราก กับ ลิ่ม ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเรียงตัว 3 ชั้น เหมือนกัน คือ เอพิเดอर्मิส / คอร์เท็กซ์ / สตีล ★

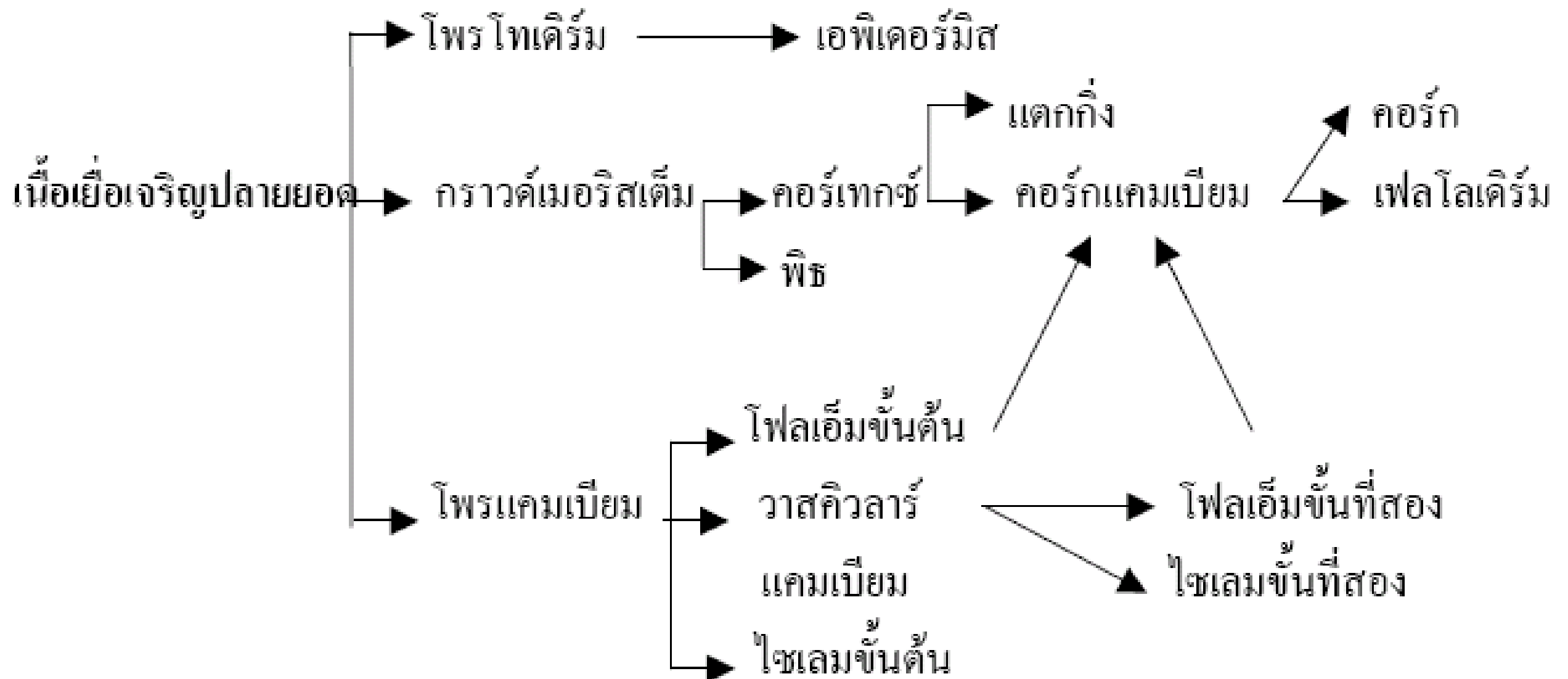
* แล้วนักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าราก และ ลิ่ม มีความแตกต่างกัน

ความแตกต่างระหว่างรากกับลิ่ม

- เอพิเดอर्मิส
- คอร์เท็กซ์
- สตีล

การเจริญเติบโตของลำต้นระยะทุติยภูมิ Secondary growth

สรุปการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อในลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่



การเจริญเติบโตของลำต้นระยะทุติยภูมิ Secondary growth

เป็นการเจริญเติบโตที่ต่อเนื่อง จากการเจริญเติบโตระยะที่ 1 ทำให้พืชมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากขึ้น ทำให้พืชที่มีอายุยืนขึ้นเนื่องจากมีเนื้อเยื่อใหม่เกิดขึ้นเรื่อยๆ ทดแทนเนื้อเยื่อเก่าที่ตายไป เพราะเซลล์พืชส่วนใหม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ไม่เกิน 3 ปี การเจริญเติบโตระยะที่ 2 Secondary growth ของลำต้นทำให้ได้ secondary permanent tissue จากการแบ่งตัวของ secondary meristem ซึ่งมีกระบวนการเกิด คือ

- 1. **สร้าง Vascular cambium** ขึ้นมาก่อนโดยเซลล์บางส่วนของ **pith ray** ที่อยู่ระหว่างกลุ่มท่อลำเลียงน้ำและท่อลำเลียงอาหารเปลี่ยนมาเป็นเซลล์เจริญ Intercambium และไปเชื่อมต่อกับแคมเบียมที่อยู่ระหว่างไซเลมและโฟลเอ็มระยะแรก ซึ่งมีลักษณะเป็นแถบจึงเรียกว่า Fascicular cambium กลายเป็นวงแหวน เรียกรวมว่า **Vascular cambium**

การเจริญเติบโตของลำต้นระยะทุติยภูมิ Secondary growth

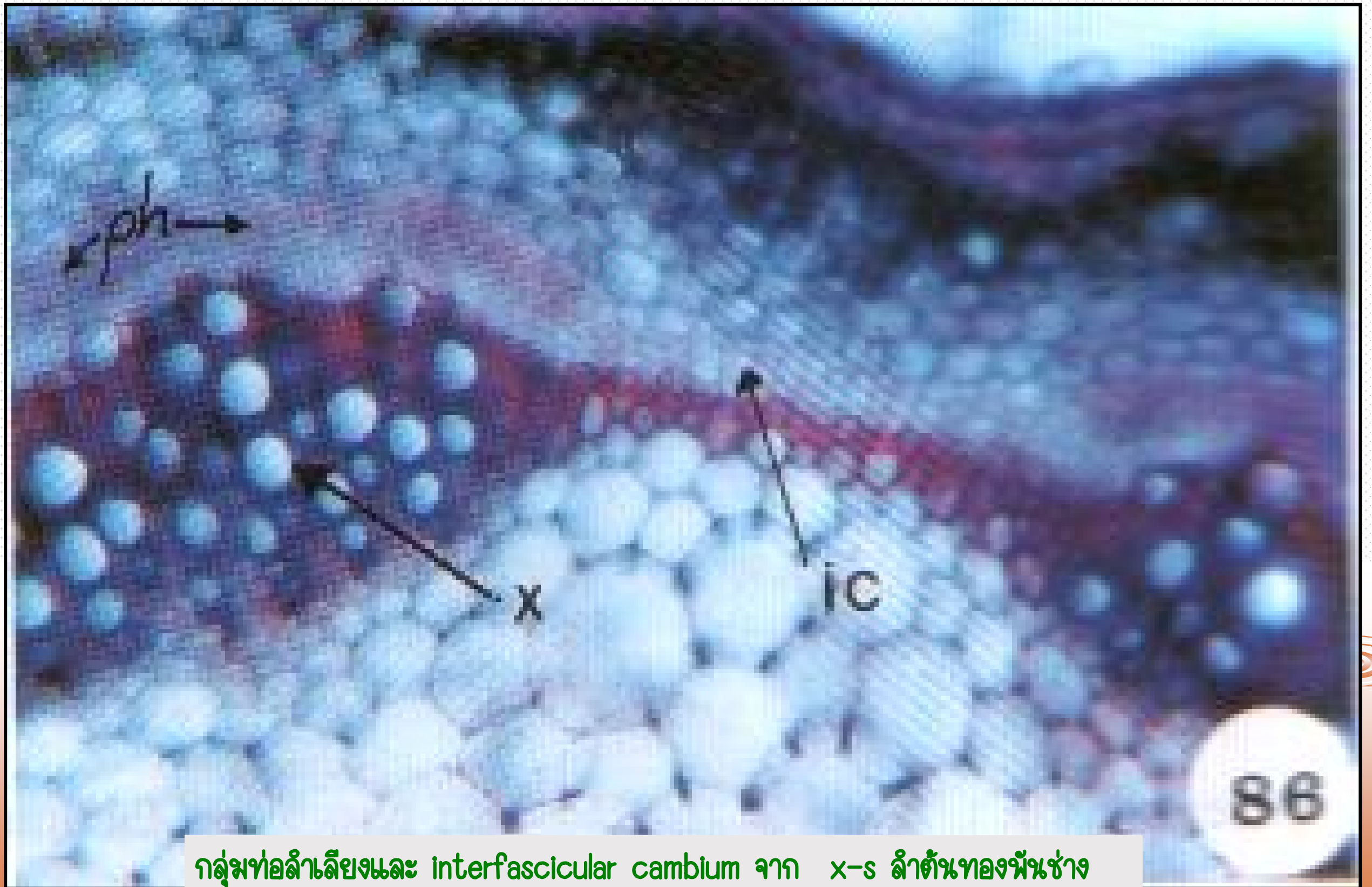
2. vascular cambium แทรกที่อยู่ระหว่าง primary phloem และ primary xylem (fc:.....)

แบ่งตัวให้เนื้อเยื่อข้างนอกเป็น secondary phloem แบ่งตัวให้เนื้อเยื่อข้างในเป็น secondary xylem และ
ได้ secondary phloem ขยายออกด้านนอก และระหว่างกลุ่มมัดท่อลำเลียง(ic:.....)

➤ vascular cambium แบ่งตัว เกิด secondary xylem มากกว่า secondary phloem
เช่นเดียวกับในราก ทำให้ลำต้นของพืชขยายใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่มีการเกิด secondary phloem
นั้น primary phloem ที่เกิดขึ้นก่อนที่อยู่ทางด้านนอกก็จะถูกดันจนเซลล์บุบสลายและในที่สุดก็สูญหายไป

➤ สำหรับเนื้อเยื่อของ secondary xylem และ secondary phloem มีลักษณะรูปร่างคล้ายเตี๊ยมแต่มี
parenchyma บางกลุ่มจะทำหน้าที่ลำเลียงน้ำหรืออาหารออกทางด้านข้างเรียกว่า **xylem ray** หรือ
phloem ray

➤ ในพืชบางชนิด parenchyma ที่อยู่ระหว่าง vascular bundle ที่เรียกว่า **pith ray** นี้จะแปรสภาพกลับมามี
คุณสมบัติเป็นเนื้อเยื่อเจริญใหม่กลายเป็น cambium และเรียก cambium ที่อยู่ระหว่างกลุ่มของ vascular bundle นี้ว่า
Interfascicular cambium ซึ่งจะเชื่อมต่อกันระหว่าง fascicular cambium ()
ทำให้ cambium ต่อกันเป็นวงรอบลำต้นเป็น vascular cambium แต่พืชบางชนิดก็ไม่เกิด interfascicular cambium



กลุ่มท่อลำเลียงและ interfascicular cambium จาก x-s ลำต้นของพืชช่าง

ลำต้นใบเลี้ยงคู่

Sclerenchyma

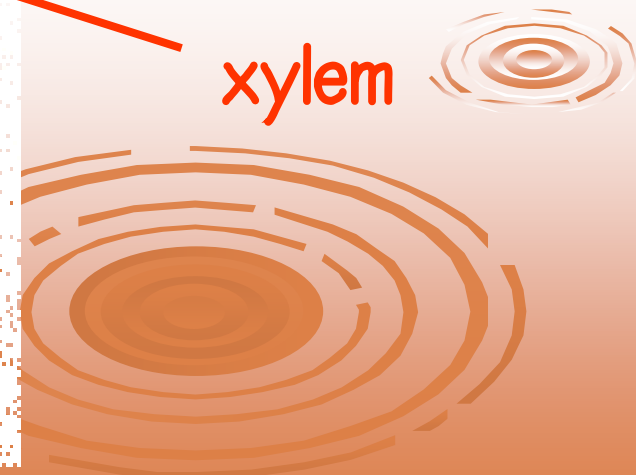
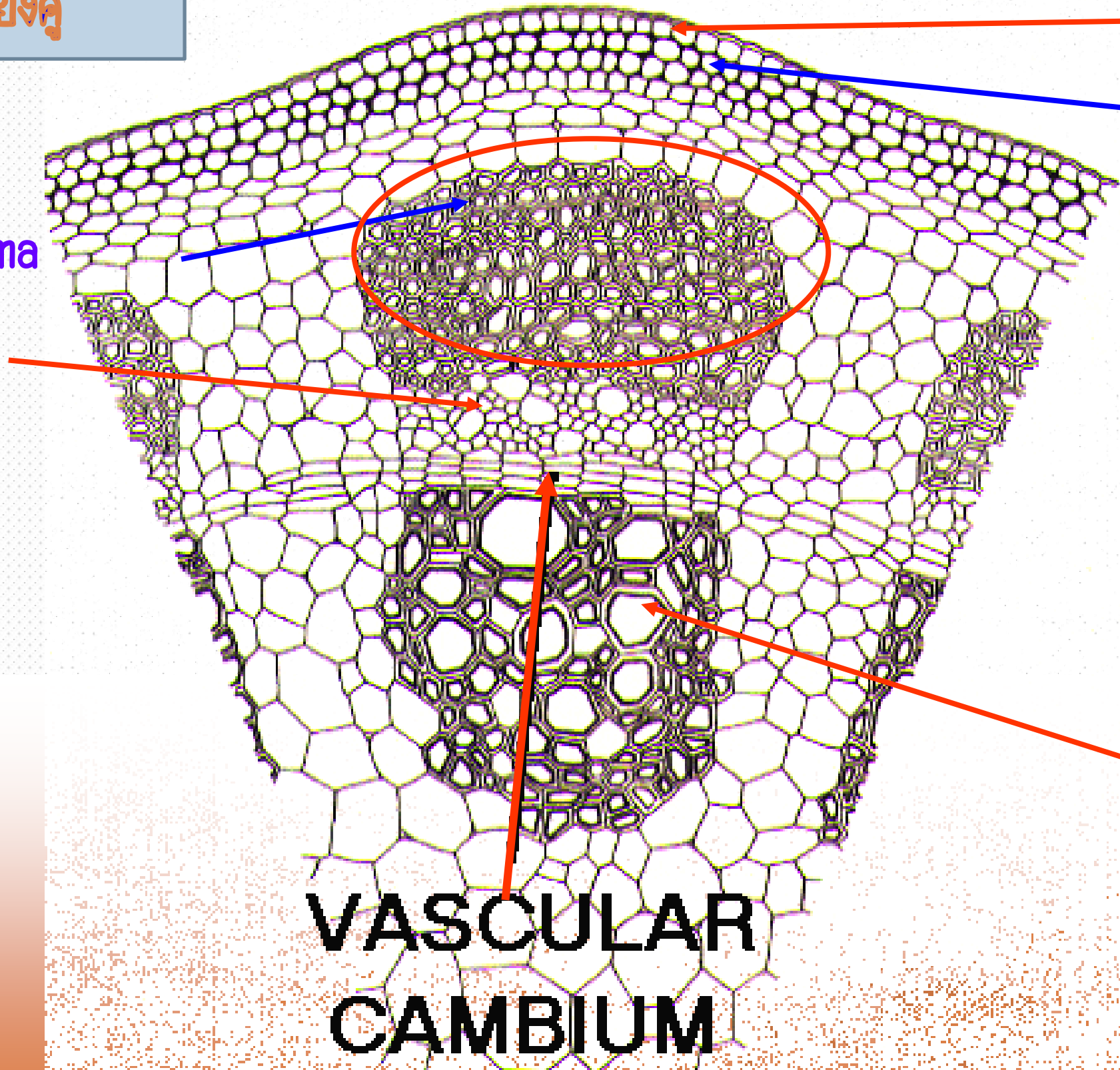
Phloem

epidermis

cortex

xylem

**VASCULAR
CAMBIUM**



➤ Viewed in transverse section, the vascular cambium

- Appears as a ring, with interspersed regions of dividing cells called fusiform initials and ray initials

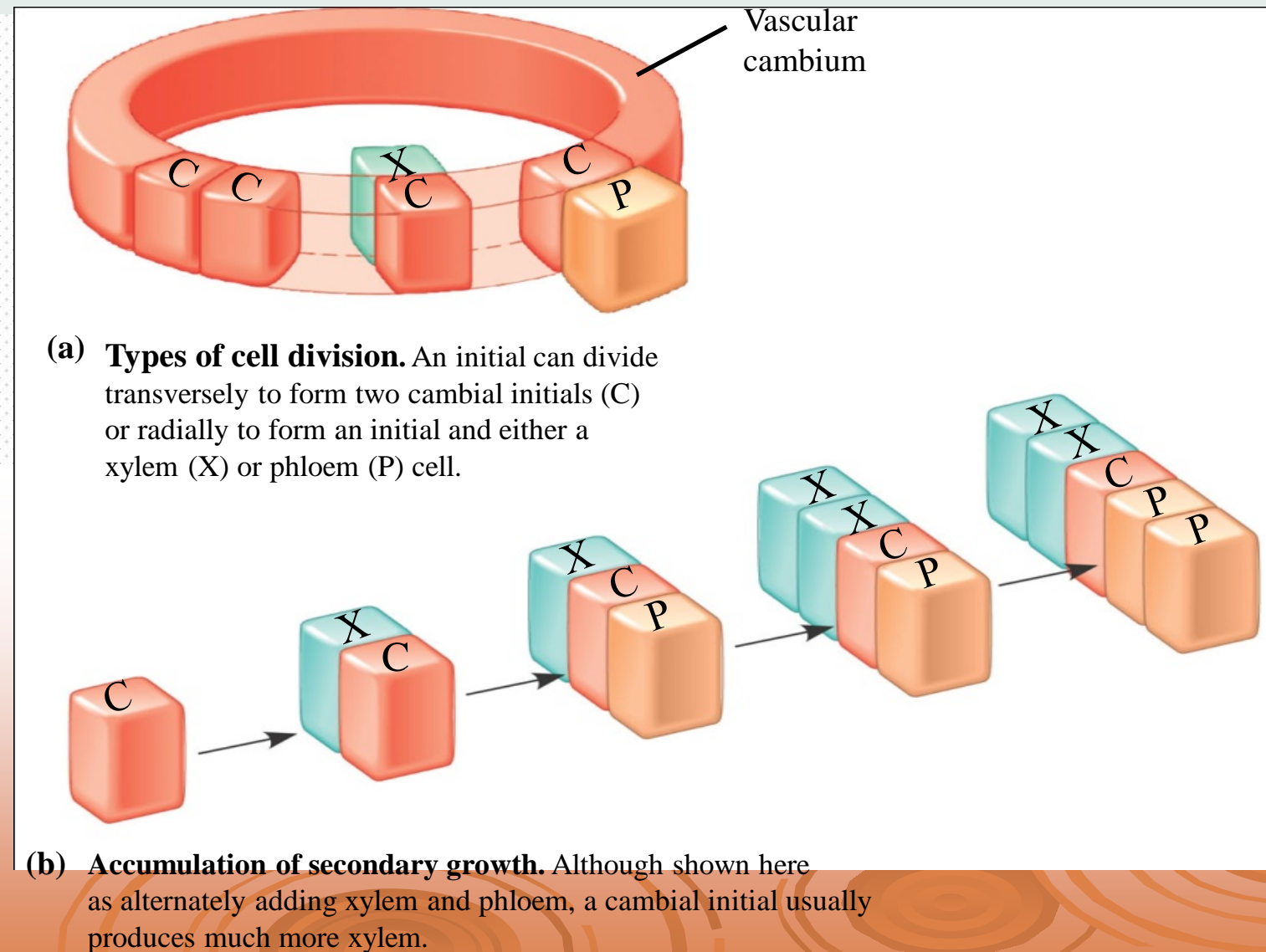


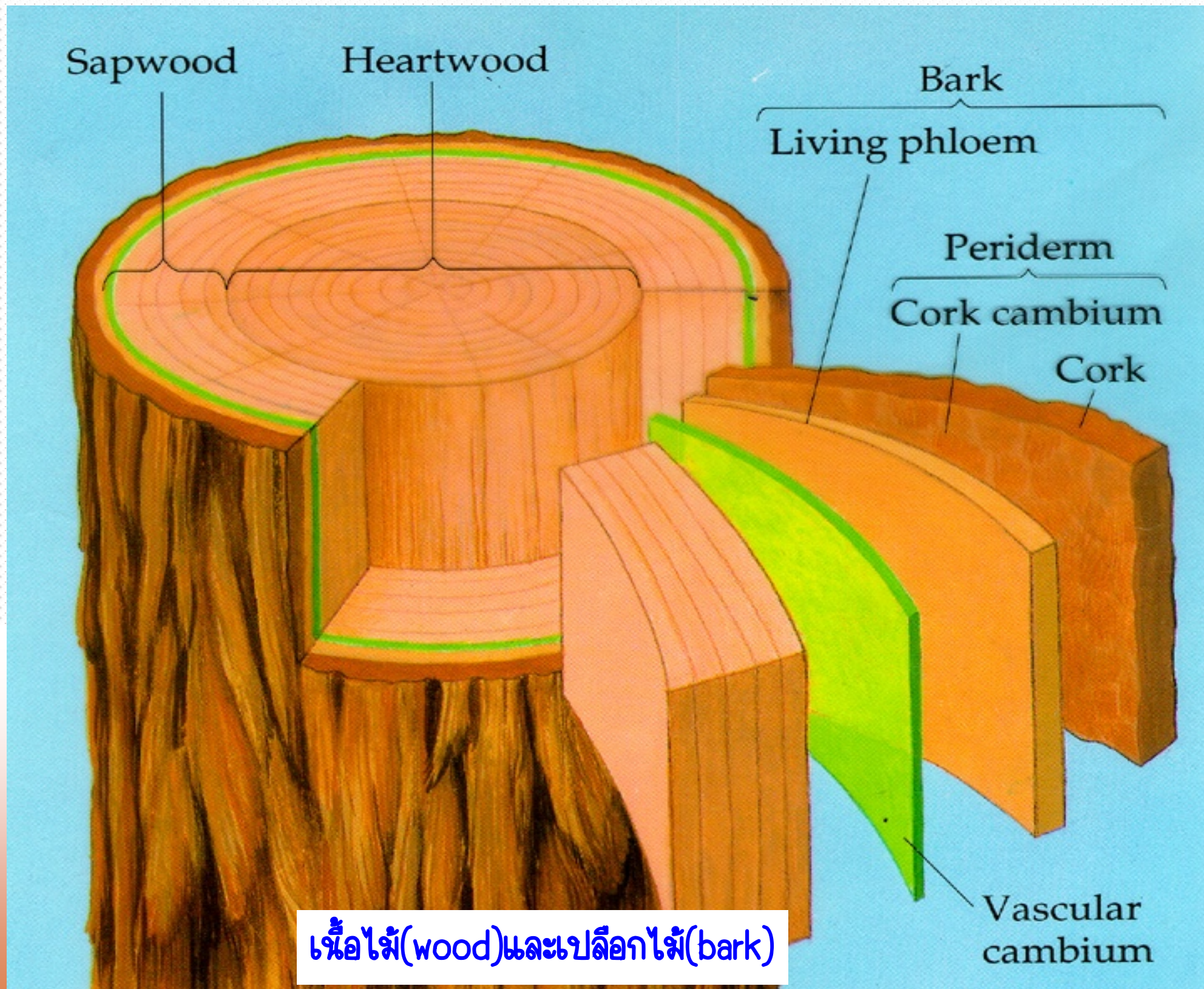
Figure 35.19a, b

การเจริญเติบโตของลำต้นระยะทุติยภูมิ Secondary growth

➤ การแบ่งเซลล์ของ vascular cambium จะส่งผลให้ xylem หนาмаก ต้นเข้าสู่ใจกลางของลำต้นทำ
ให้ลำต้นส่วนของ pith เล็กแคบและหายไป เรียกเนื้อเยื่อตั้งแต่ secondary xylem จนถึงแกนใน
สุดของลำต้นว่า **เนื้อไม้(wood)**

พืชที่มีอายุมากๆจะมีการแบ่งเซลล์ของ vascular cambium เพื่อให้เกิด secondary xylem ซึ่ง
จะดันให้ parenchyma ของ pith สลายไปและดัน primary xylem ให้มาอยู่ตรงกลางลำต้น
primary xylem และมีสารอินทรีย์พวกเรซิน(resin) แทนนิน(tannin) มาสะสมทำให้มองดูสีเข้มกว่าส่วน
อื่นๆ ท่อของ xylem ก็จะถูกสารที่สะสมมาอุดตันท่อไม่สามารถลำเลียงน้ำและแร่ธาตุได้อีกต่อไป เรียก
xylem บริเวณนี้ว่า **แก่นไม้ (heart wood)** ส่วน xylem

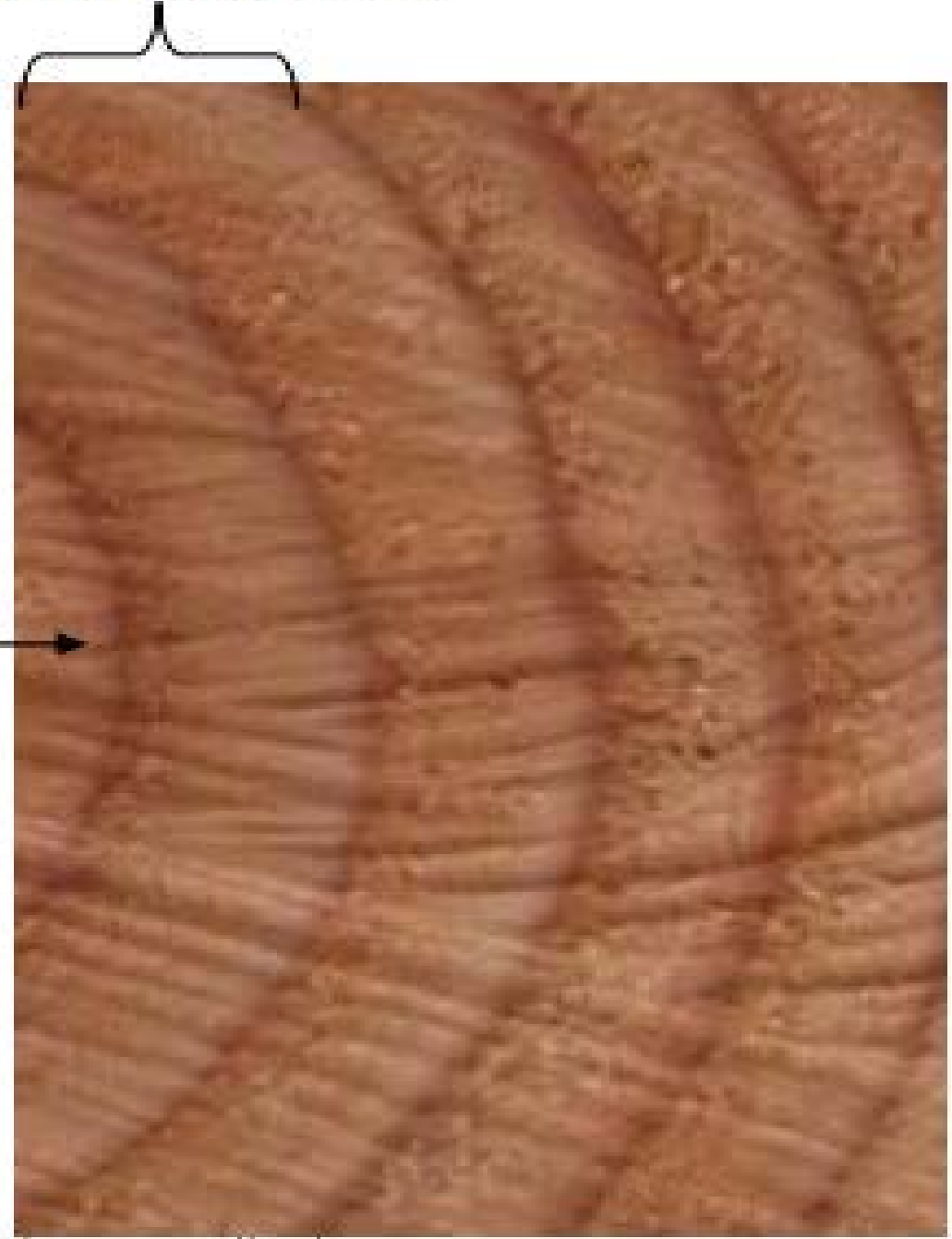
เกิดทีหลังและอยู่รอบนอกยังไม่มีการสะสมสารต่างๆ สีจึงจางกว่า xylem ที่อยู่ชั้นในและยังคงทำ
หน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุอยู่เรียก xylem บริเวณนี้ว่า **กระพี้ (sapwood)** โดยที่ทั้งแก่นไม้และเนื้อไม้
จัดเป็นส่วนหนึ่งของ **เนื้อไม้(wood)**



เนื้อไม้(wood)และเปลือกไม้(bark)

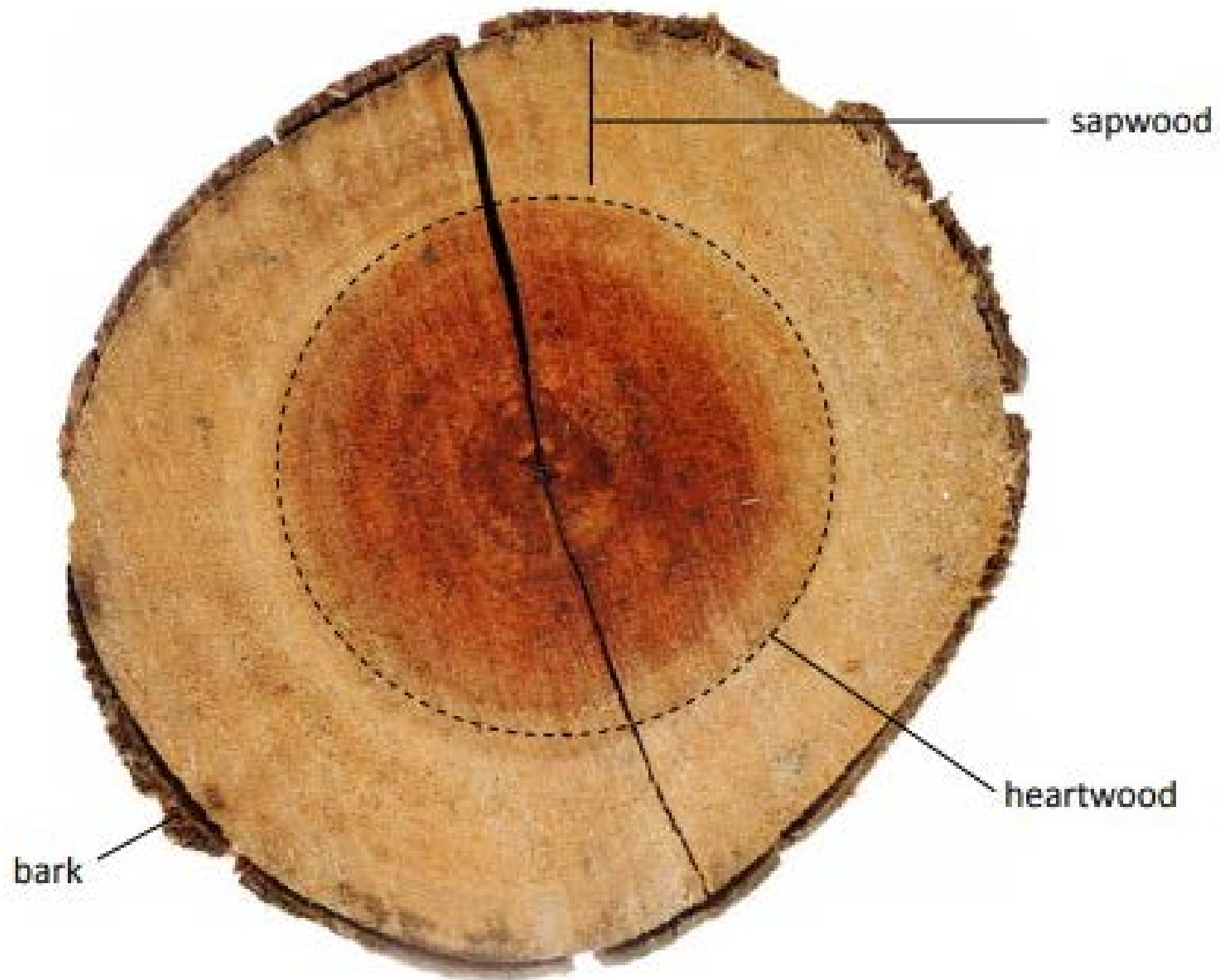


growth ring/annual ring

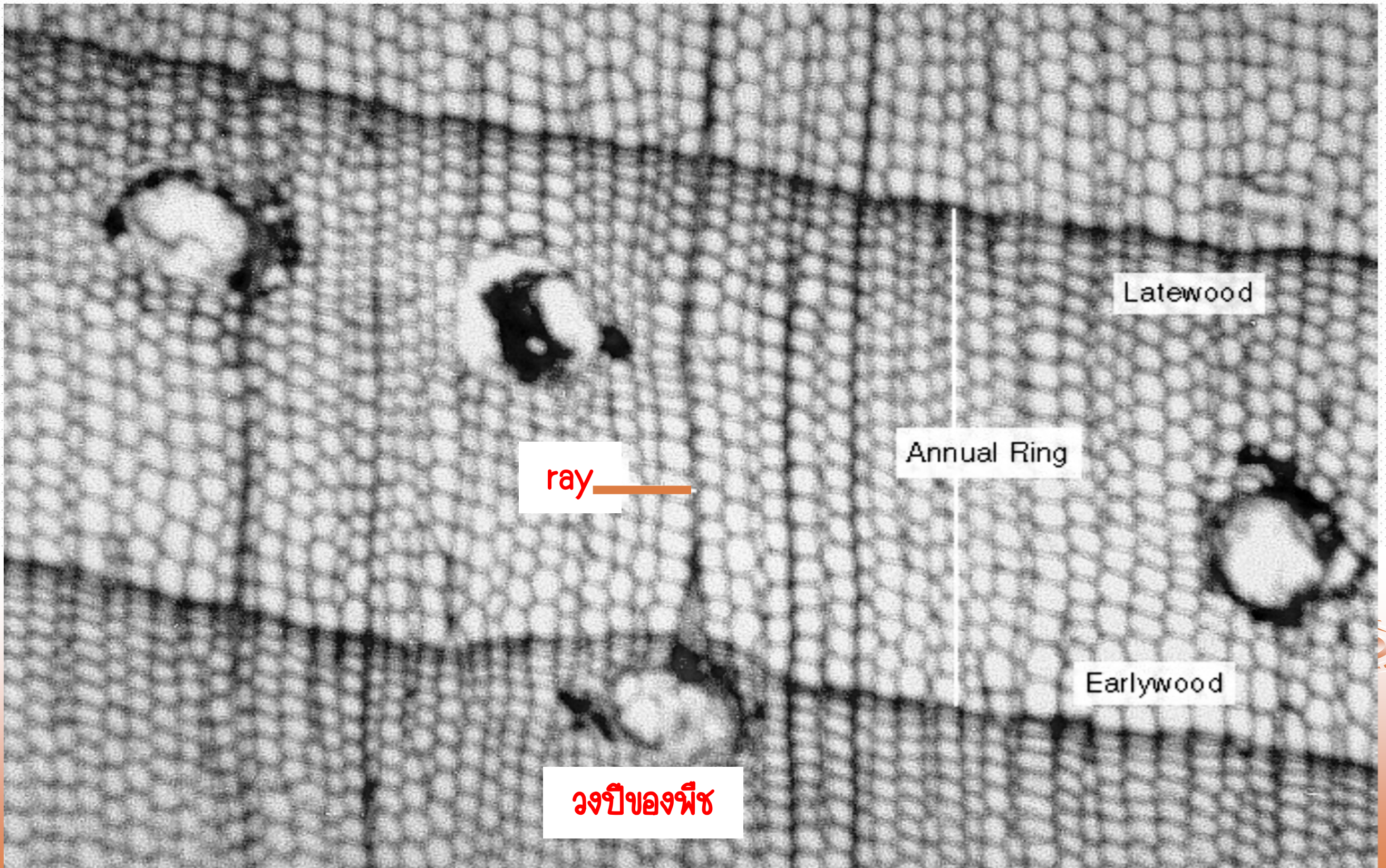


early wood late wood

ภาคตัดตามขวางของลำต้นพืชที่มีวงของการเจริญเติบโต(growth ring)ในเนื้อไม้



ภาคตัดตามขวางของลำต้นพืช แสดงแก่นและกระพี้



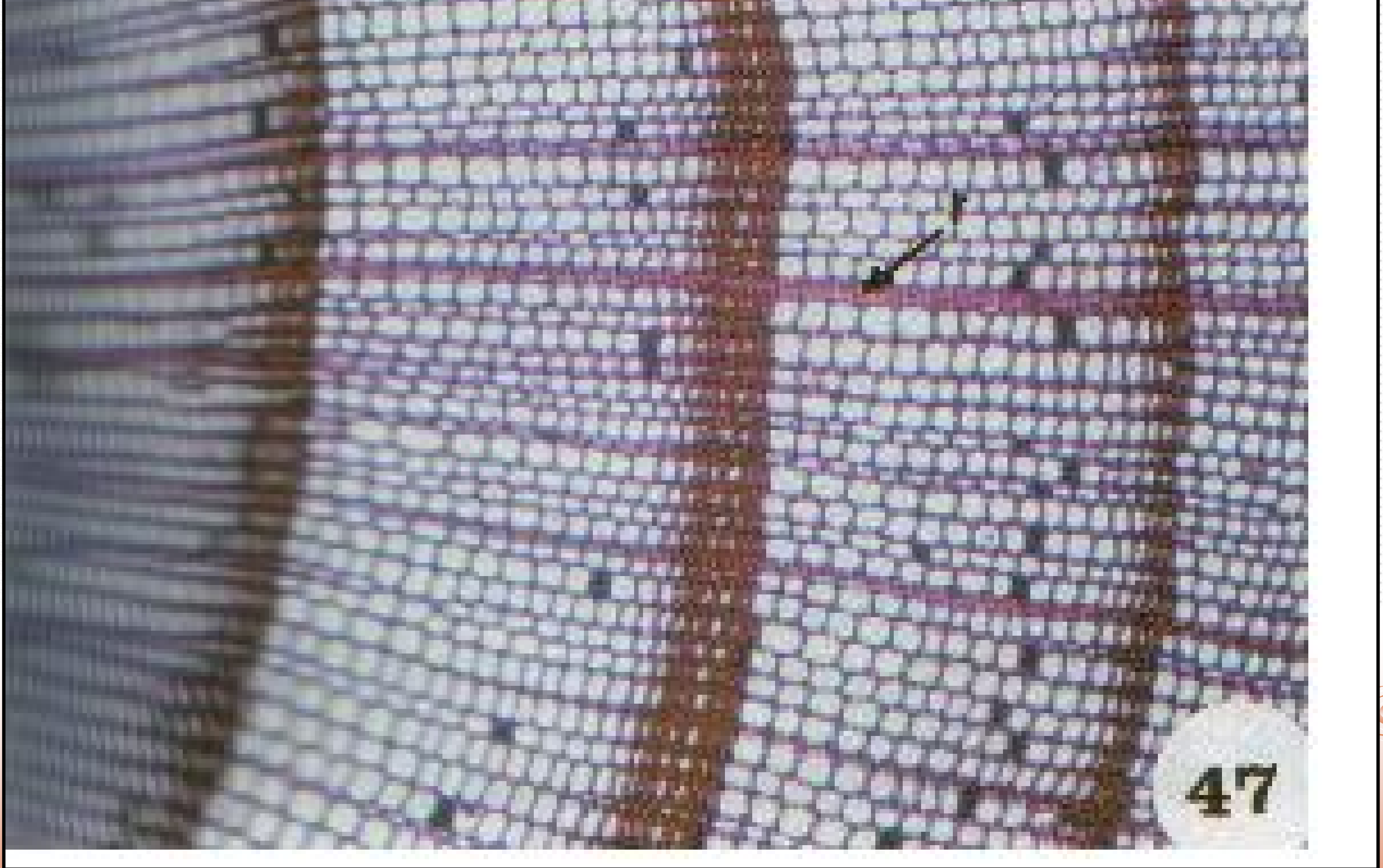
Latewood

Annual Ring

Earlywood

ray

วงปีของพืช



ลักษณะของวงปี (early wood - late wood)

การเจริญเติบโตของลำต้นระยะทุติยภูมิ Secondary growth

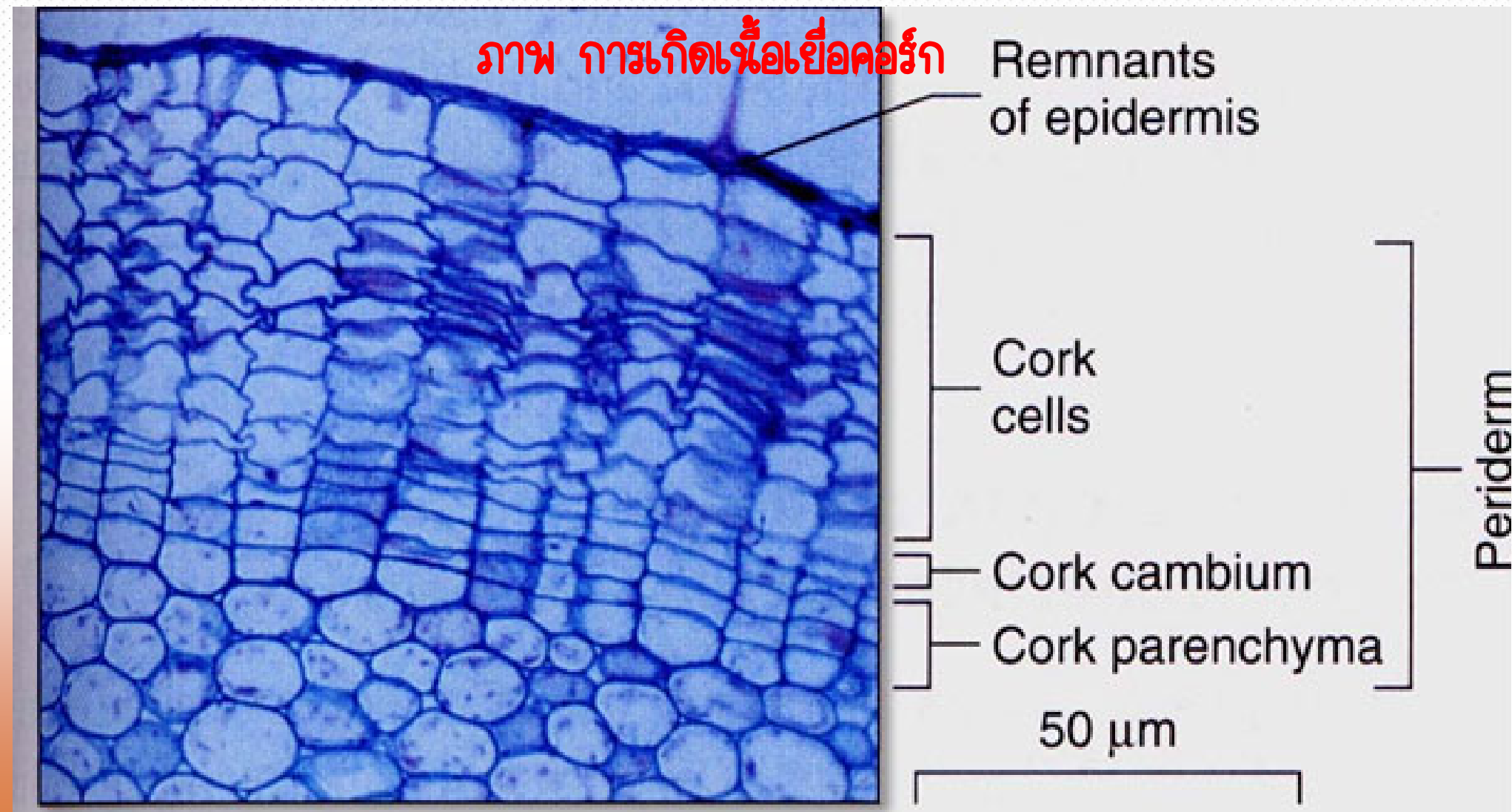
➤ 3. Cork cambium (phellogen)

➤ ในลำต้นที่เติบโตมาก ๆ จะมีการสร้างเนื้อเยื่อ ซึ่งเกิดจากการแปรสภาพของเนื้อเยื่อ

☐ parenchyma หรือ collenchyma ในชั้น cortex แบ่งเซลล์ เกิด cork cambium ()

☐ cork cambium แบ่งเซลล์ เกิด phellem

☐ cork parenchyma.
สร้าง phelloderm



cutin

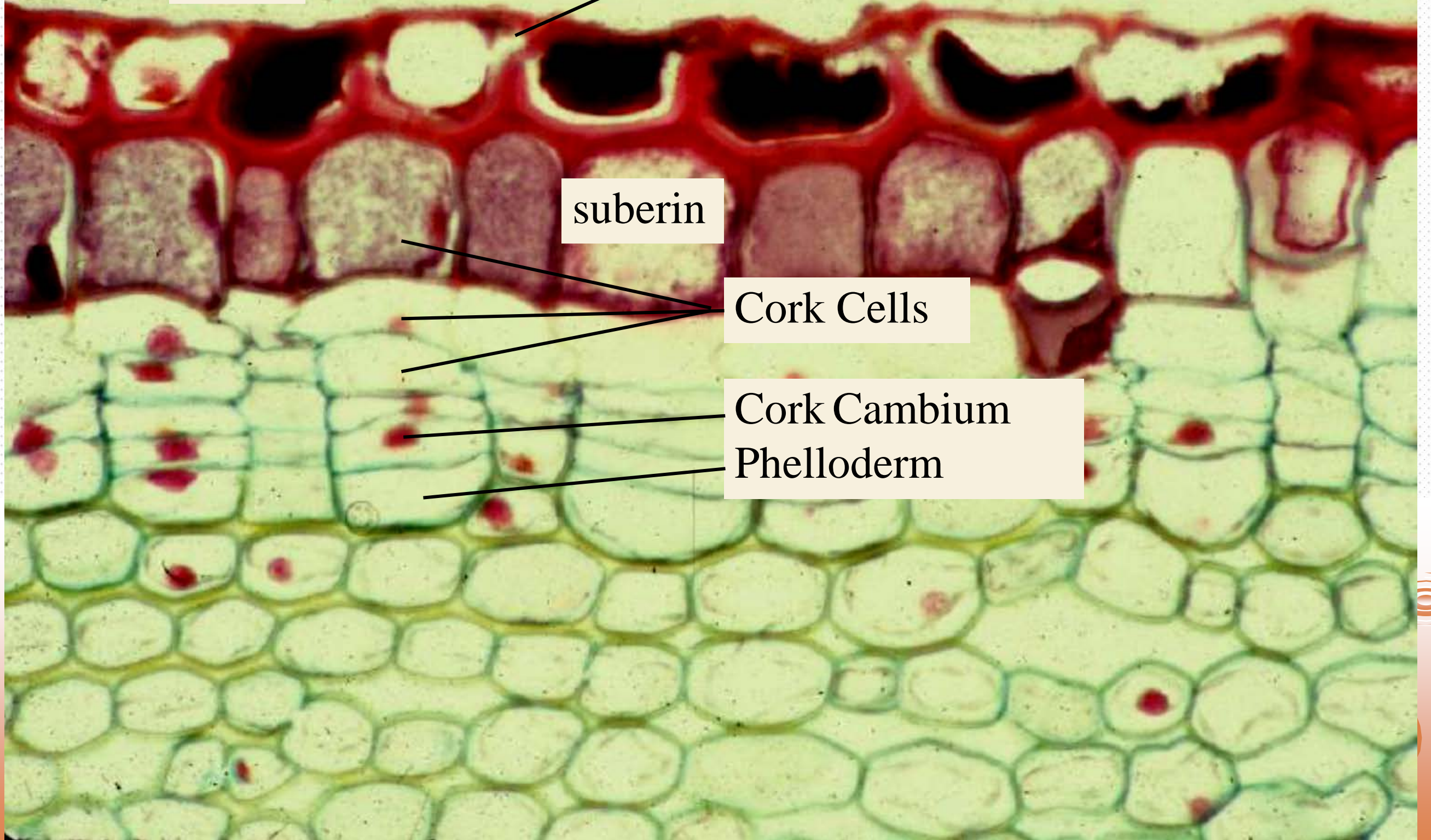
Epidermis

suberin

Cork Cells

Cork Cambium

Phelloderm



Bark เปลือกไม้

Bark =

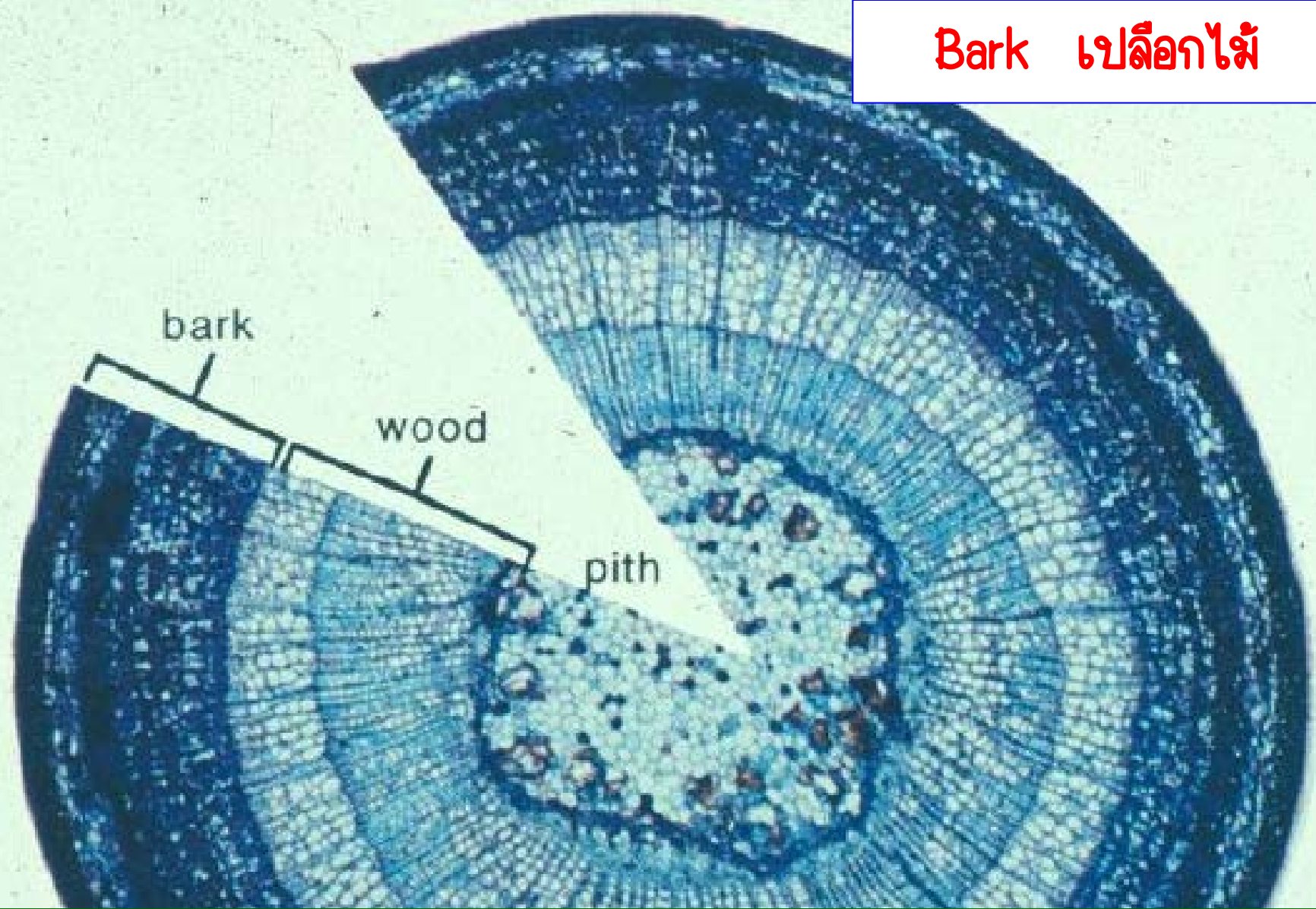
epidermis + periderm +
cortex + phloem

Wood =

secondary xylem only!

Pith =

a small percentage of
tree diameter at
maturity



- ส่วนเนื้อเยื่อที่อยู่ถัดออกมาจาก vascular cambium จนถึงนอกสุดของลำต้นโดยไมรวม vascular cambium เรียกว่า เปลือกไม้(bark) รวม phloem , cork cambium ซึ่งจะให้ phellem และ phelloderm (อ้างตาม Campbell and Reece, 2002)
- แต่บางตำราก็บอกว่า Bark คือเนื้อเยื่อตั้งแต่ vascular cambium ออกมาจนถึงนอกสุดของลำต้นโดยรวมเอา vascular cambium ด้วย

วงปี(annual ring)

ใน 1 ปี **วาสคิวลาร์แคมเปียม** จะมีการแบ่งเซลล์เพิ่มขึ้นตามจำนวนมากขึ้นในแต่ละฤดู ซึ่งปีนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำและอาหาร เซลล์ชั้นไซเลมที่สร้างขึ้นในฤดูฝนจะเจริญเร็วมีขนาดใหญ่ทำให้ไซเลมกว้างและมักมีสีจาง ส่วนใน**ฤดูแล้งจะมีสีเข้ม** ลักษณะดังกล่าวทำให้เนื้อไม้มี**สีจางและสีเข้มสลับกัน**มองเห็นเป็น**วง** เรียกว่า **วงปี (annual ring)**

➤ เมื่อตัดตามขวางของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ที่มีอายุมากจะเห็นส่วนของ**เนื้อไม้(wood)** มีลักษณะเป็นวงรอบๆลำต้น จำนวนวงก็จะมากขึ้นตามอายุของต้นไม้ในแต่ละวงเรียกว่า **วงปี(annual ring)**

➤ จำนวนวงปีคือ **xylem** ที่เกิดขึ้นในปีหนึ่ง ในระยะปีหนึ่งนั้นถ้าไม่คิดฤดูหนาวร้อนหรือฝนแล้วเราสามารถแบ่งฤดูออกเป็น 2 ฤดูคือ**ฤดูน้ำมาก(spring wood)**กับ**ฤดูน้ำน้อย(ฤดูแล้ง)(summer wood)**

➤ ในฤดูน้ำมากพืชจะดูดน้ำได้มากทำให้ cambium ว่างไวขึ้นแบ่งตัวเร็วให้ secondary xylem จำนวนมาก เซลล์มีขนาดใหญ่ อ้วน มีผนังเซลล์ค่อนข้างบางเพราะมีเวลาสะสมสารประกอบลิกนินน้อย เรียกเนื้อไม้ช่วงนี้ว่า **Spring wood (earlywood)**

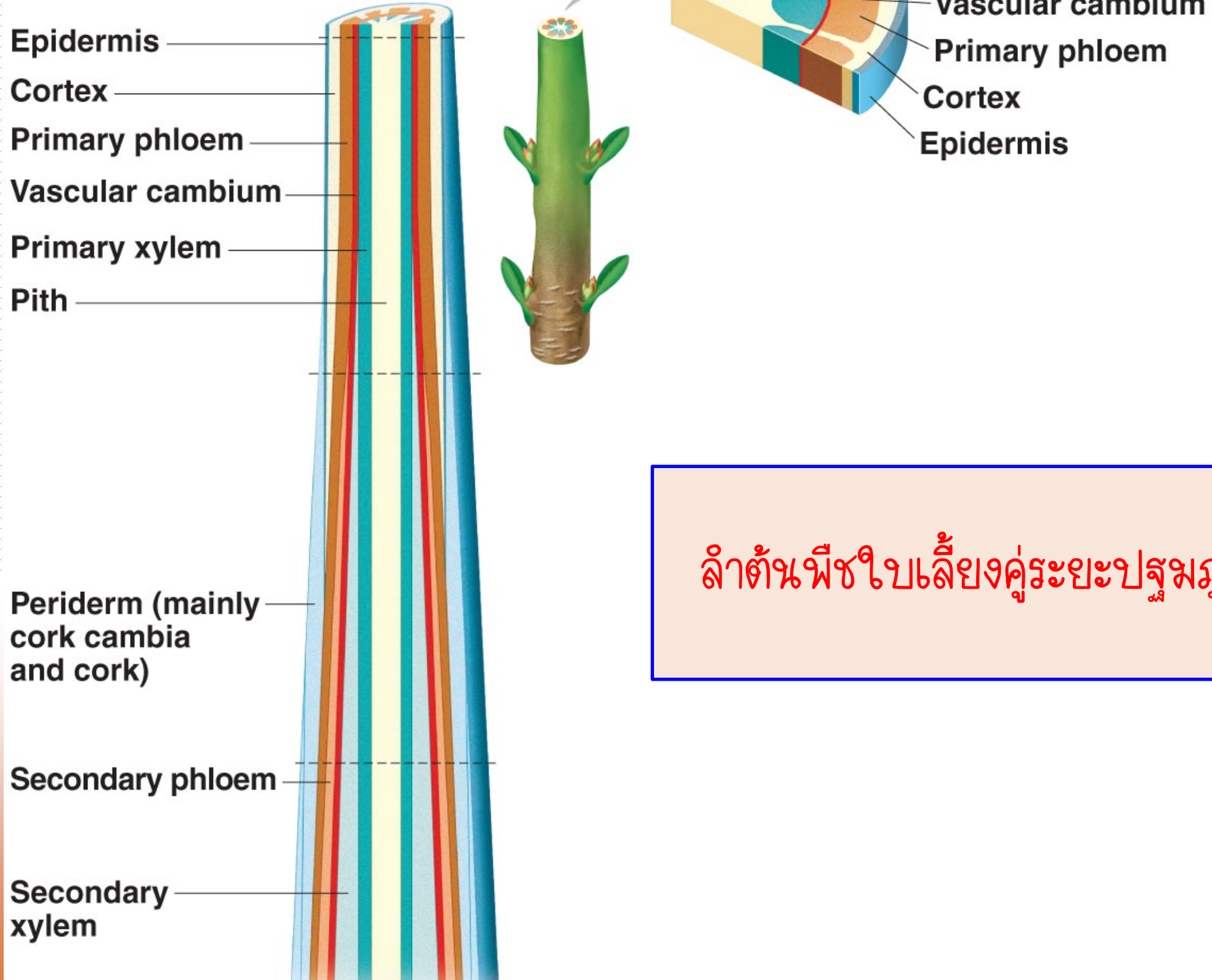
➤ ในฤดูน้ำน้อย น้ำในดินมีน้อย รากดูดน้ำได้น้อย ใบร่วง การสังเคราะห์ด้วยแสงก็น้อยตามไปด้วย เซลล์ขาดน้ำขาดอาหาร ทำให้ cambium เจริญช้าจึงแบ่งตัวช้า(หรือไม่แบ่งเลย) ทำให้ได้ secondary xylem จำนวนน้อยและมีขนาดเล็กแต่มีผนังหนาและแข็งแรงแทนเพราะมีเวลาสะสมสารประกอบนาน เรียกเนื้อไม้ที่เกิดในฤดูนี้ว่า **Summer wood (latewood)**

➤ เมื่อเกิดฤดูทั้ง 2 ฤดูก็ครบหนึ่งปีพอดี ดังนั้นในปีหนึ่งๆวงปีจึงประกอบด้วยเนื้อไม้สองส่วนคือ spring wood กับ summer wood

โครงสร้างของต้นไม้(stem structure)เจริญในระยะทุติยภูมิ

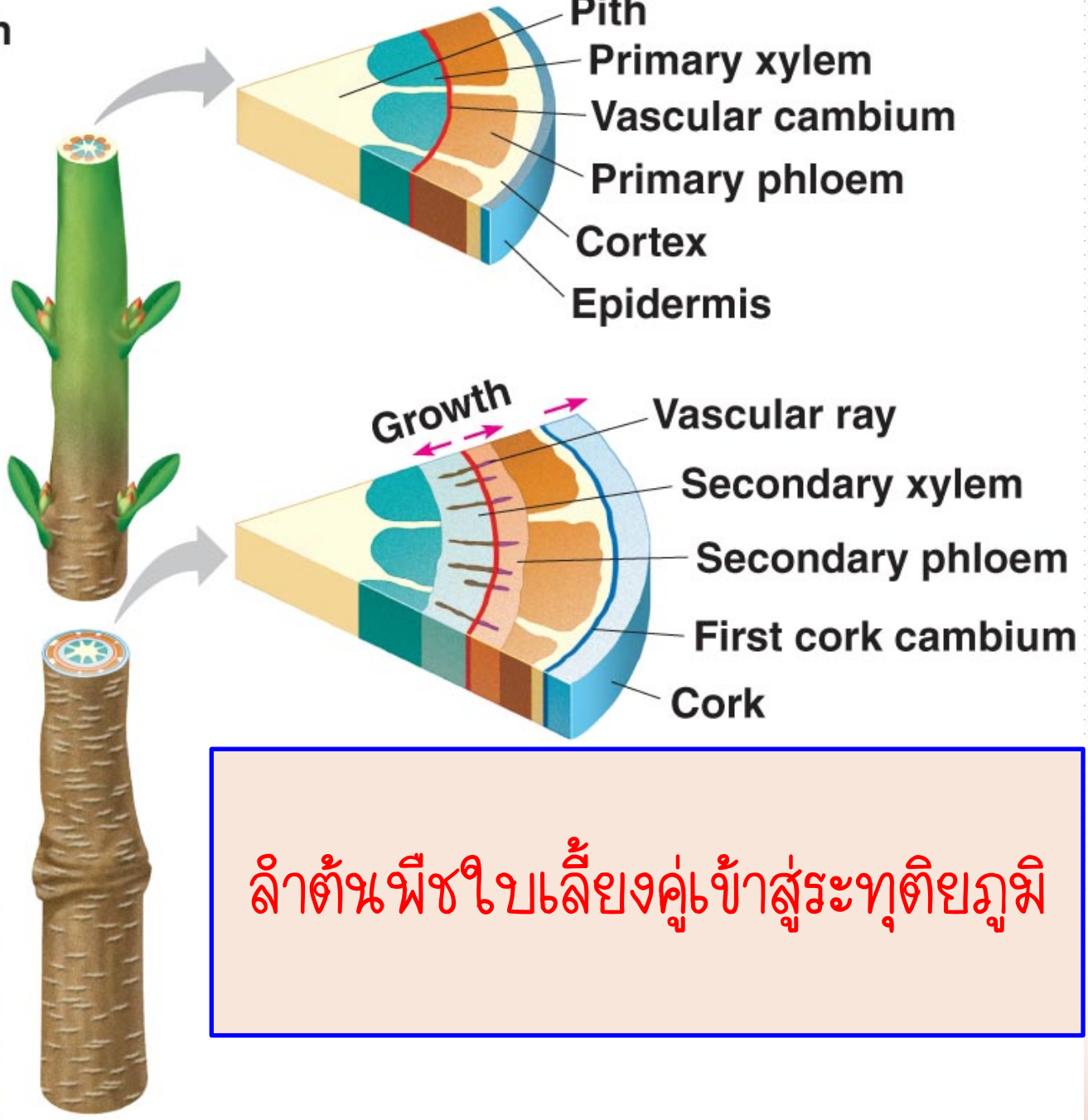
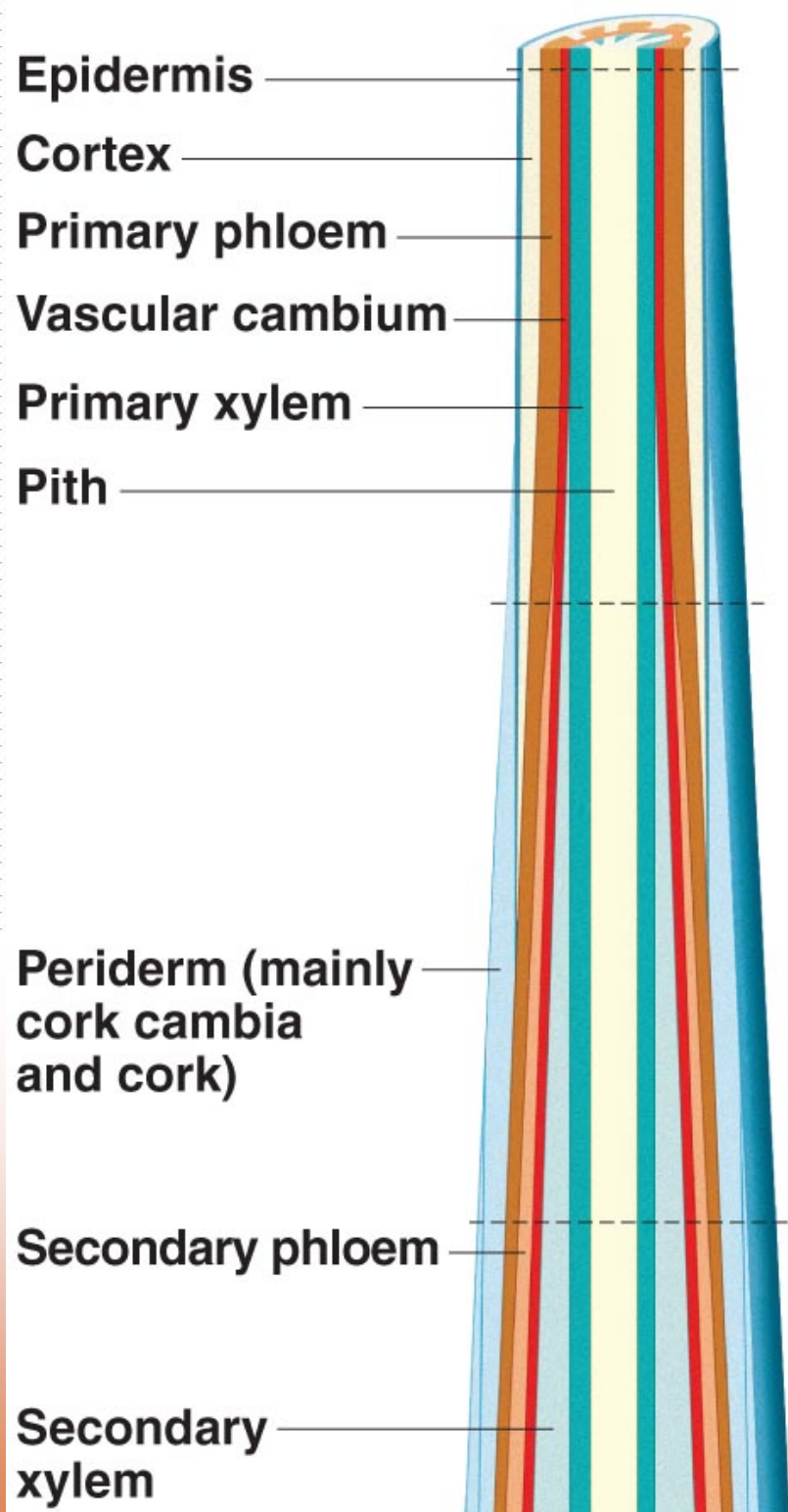
- **แก่นไม้ (heart wood)** มาจากไซเลมชั้นต้นที่ด้านที่อยู่ใตสุดของลำต้นหรือรากที่มีอายุมากแล้วหลุดทิ้ง
- **กระพี้ไม้ (sap wood)** คือ ไซเลมที่อยู่รอบนอกซึ่งมีสีจางกว่าชั้นในทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ
- **เนื้อไม้ (wood)** คือ เนื้อเยื่อไซเลมทั้งหมด (**กระพี้ไม้+ แก่นไม้**)
- **เปลือกไม้ (bark)** คือ ส่วนที่อยู่ถัดจากวาสคิวลาร์แคมเบียม ออกมา ประกอบด้วย **เอพิเดอร์มิส คอร์กเทกซ์ และโฟลเอ็ม** ส่วนลำต้นที่อายุมากๆ เนื้อเยื่อบางชั้นก็ตายไป ทำให้มี **คอร์ก คอร์กแคมเบียม และโฟลเอ็มชั้นที่ 2** ทำหน้าที่ลำเลียงอาหารได้

(a) Primary and secondary growth in a two-year-old stem

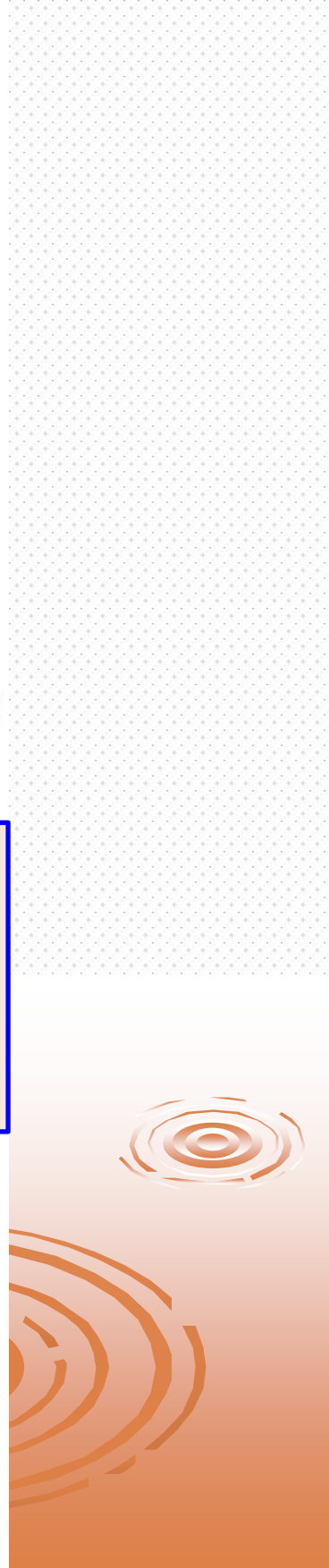


ລິດຕັ້ງພື້ນໃບເລີຍງ່ອງຂະໜານປະສານກັນ

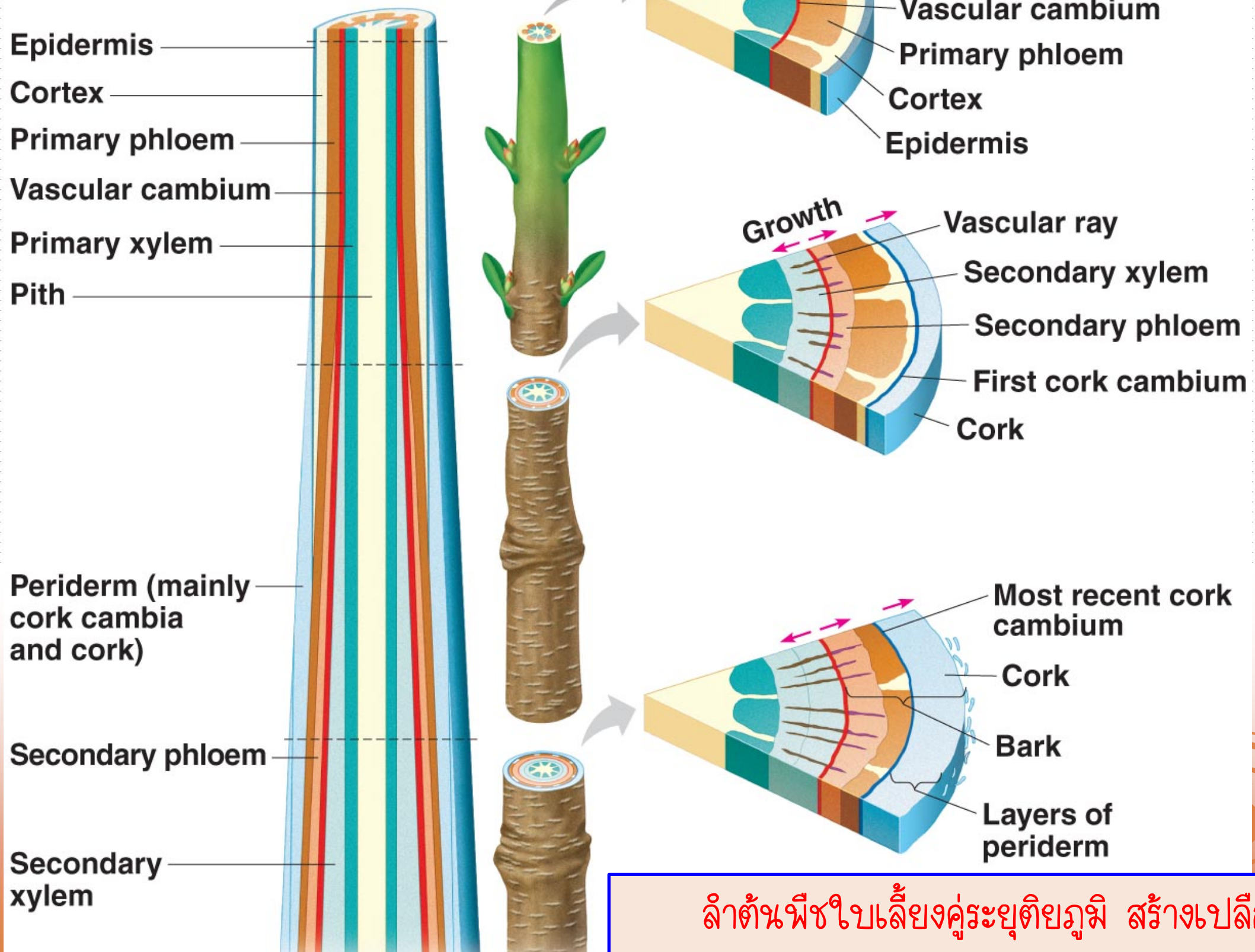
(a) Primary and secondary growth in a two-year-old stem



ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่เข้าสู่ระยะทุติยภูมิ

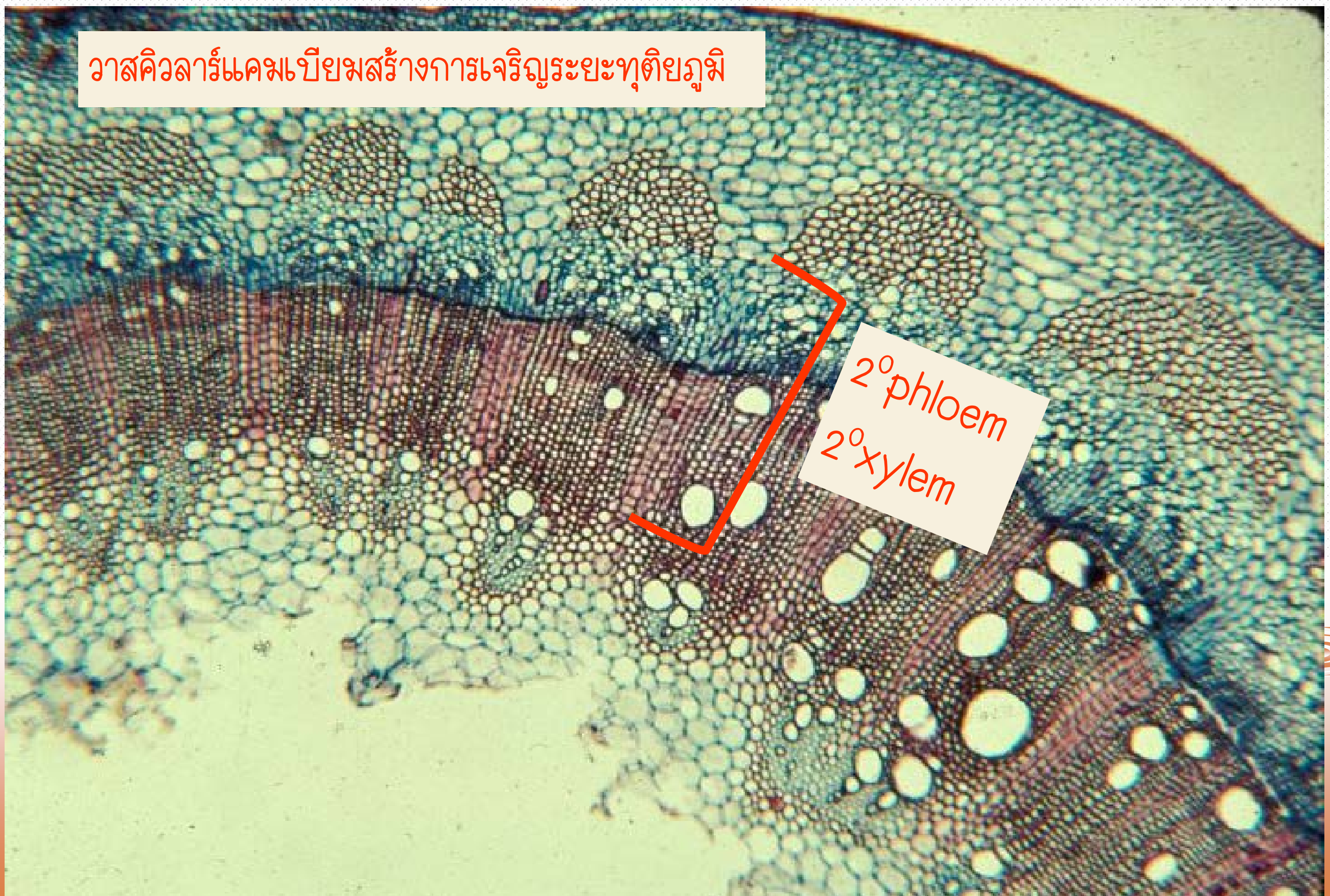


(a) Primary and secondary growth in a two-year-old stem



ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ระยะยูติยภูมิ สร้างเปลือกไม้

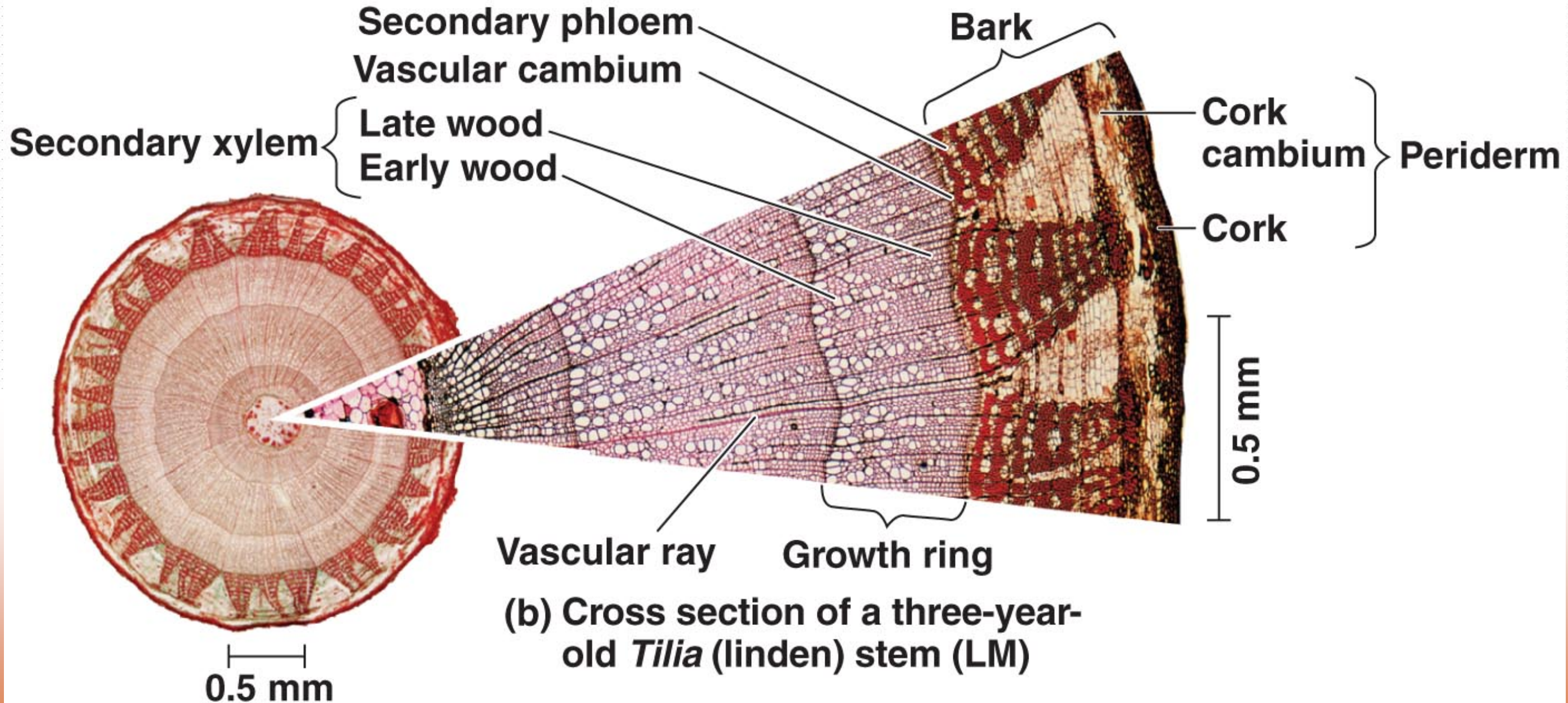
วาสคิวลาร์แคมเบียมสร้างการเจริญระยะทุติยภูมิ



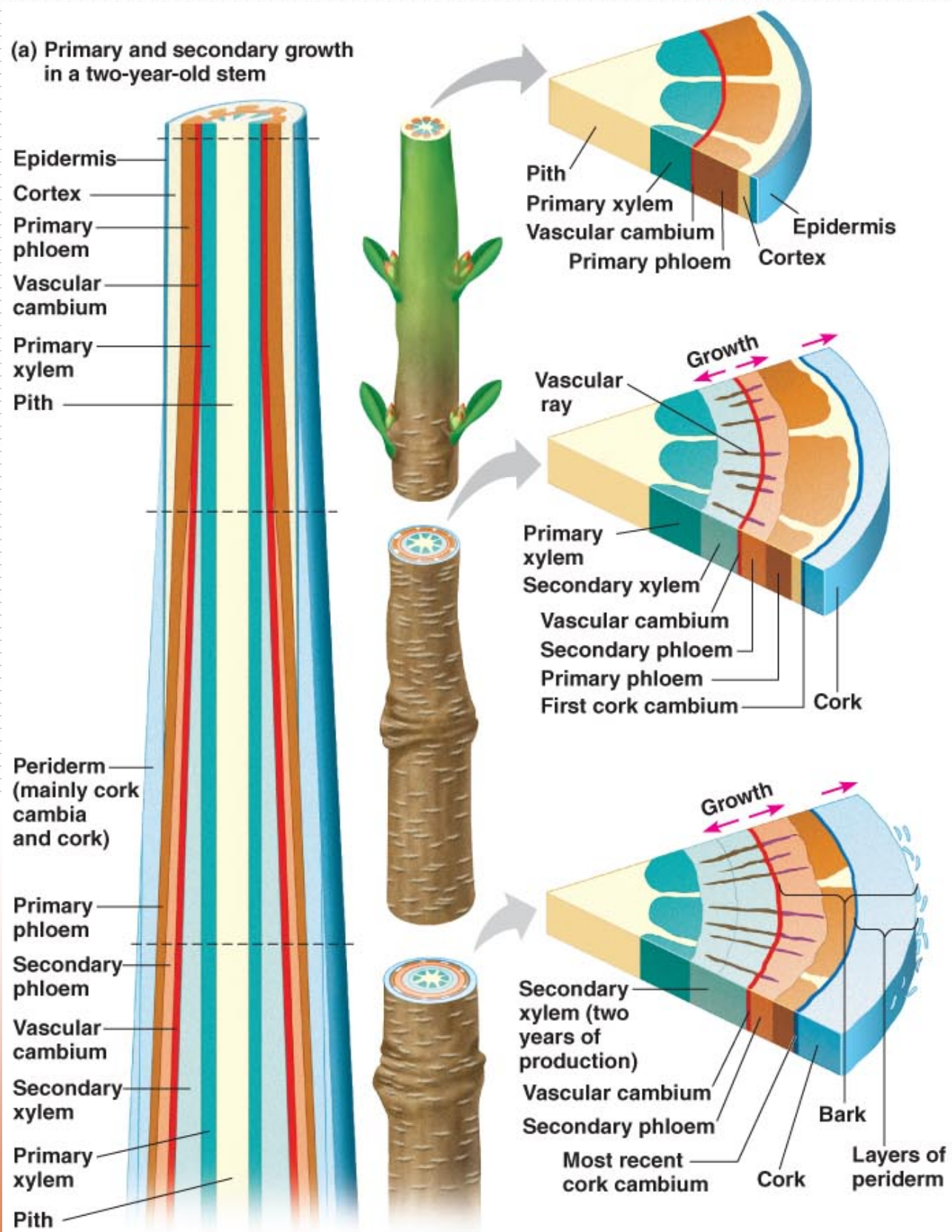
2° phloem
2° xylem



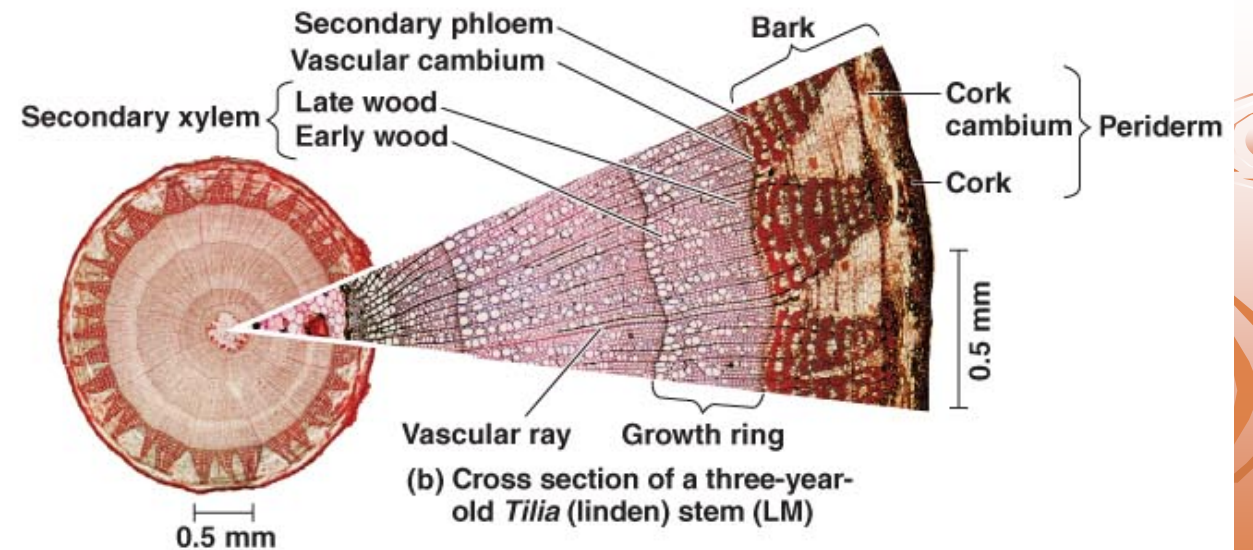
โครงสร้างของต้นไม้ วงปี และเปลือกไม้

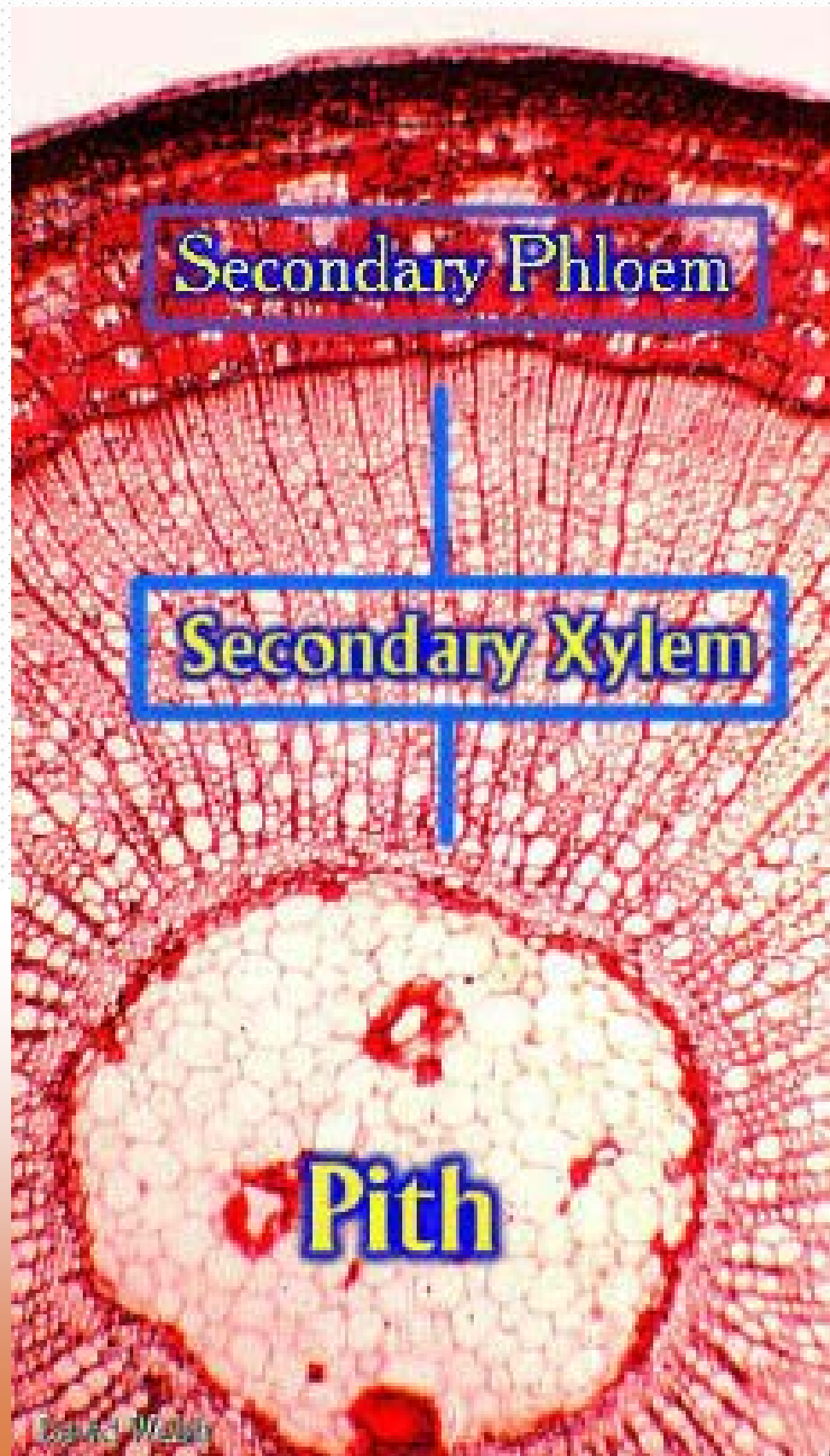


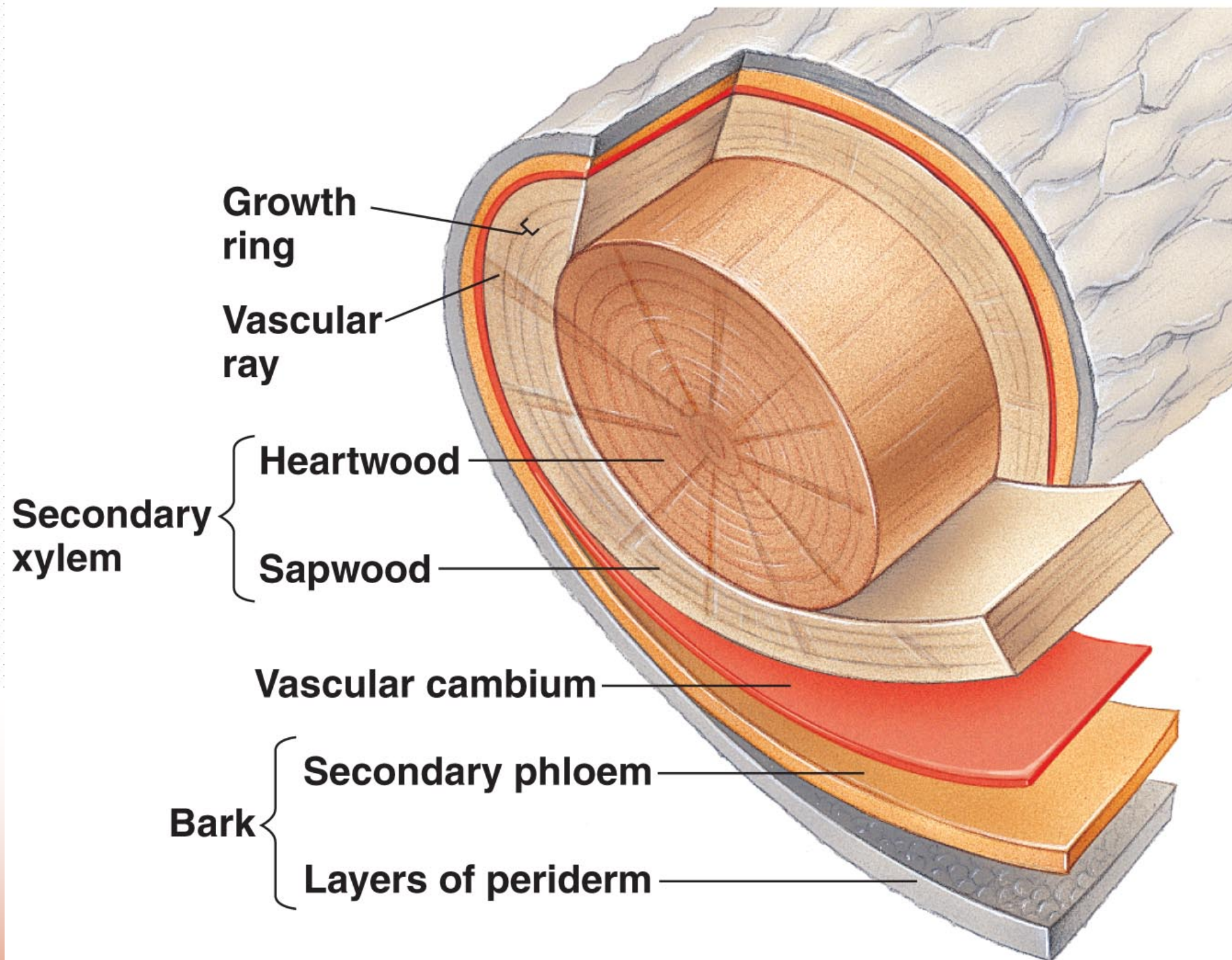
(a) Primary and secondary growth in a two-year-old stem



การเจริญเติบโตของต้นไม้ primary growth & secondary growth สู่ secondary permanent

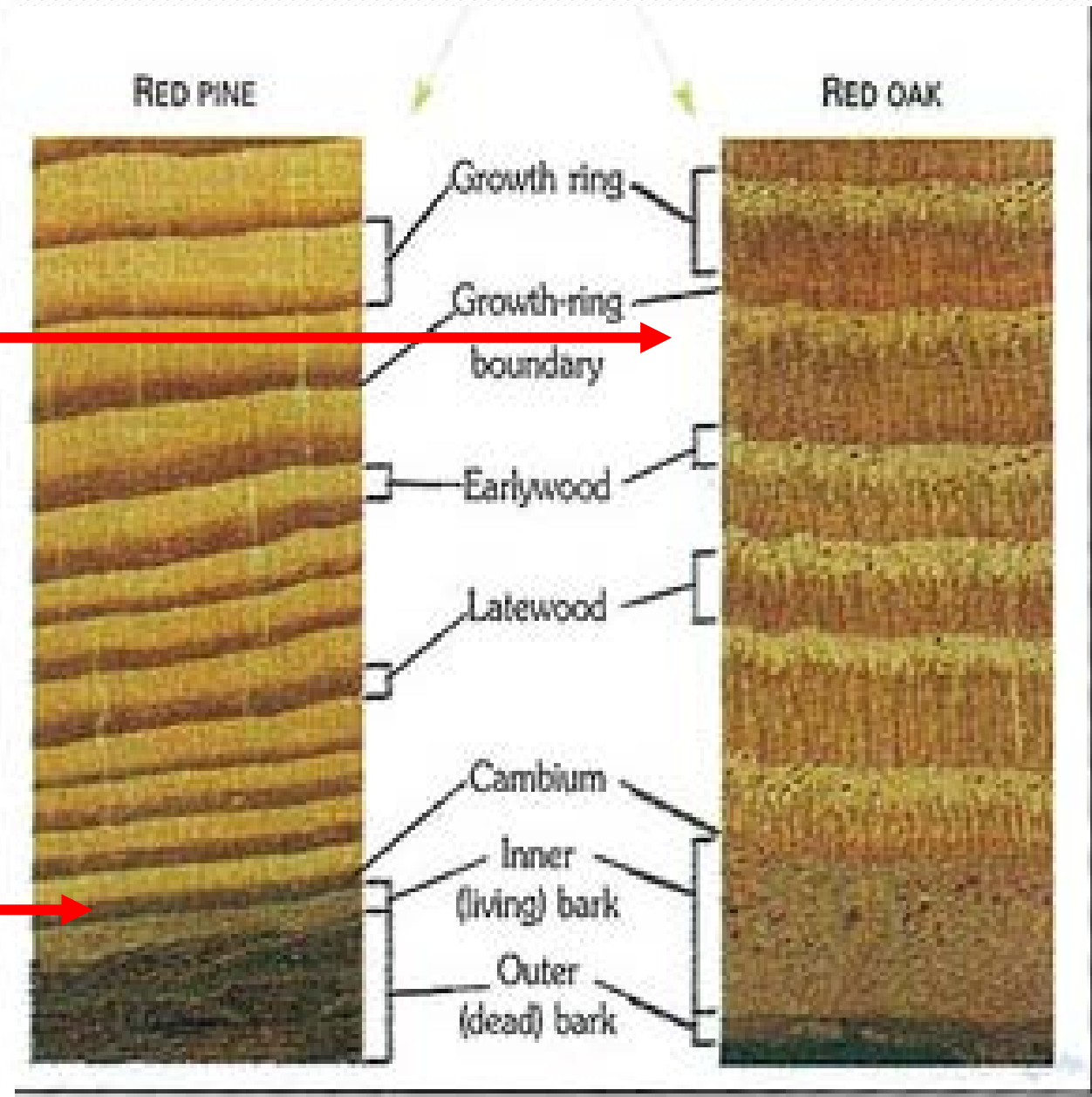
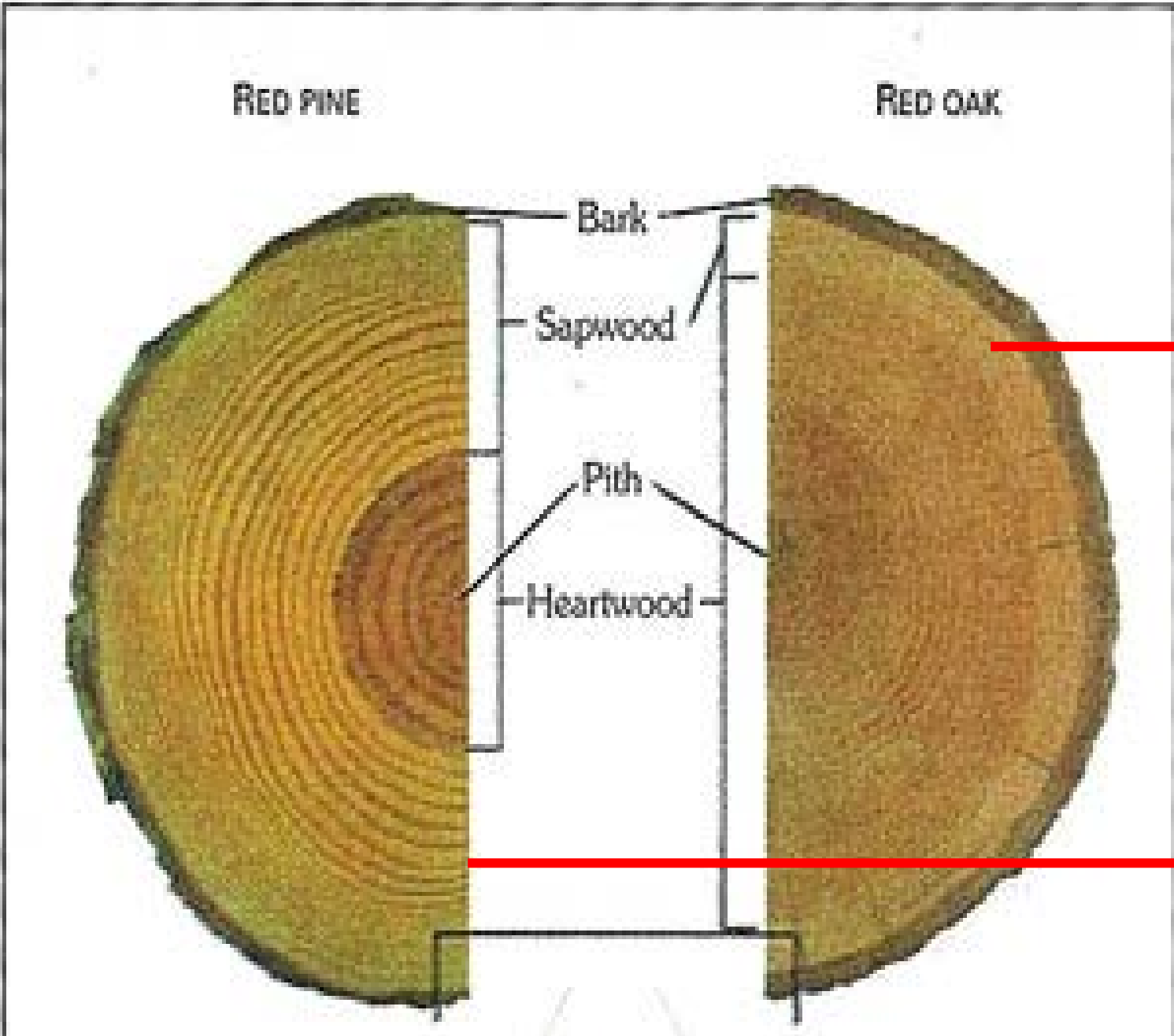




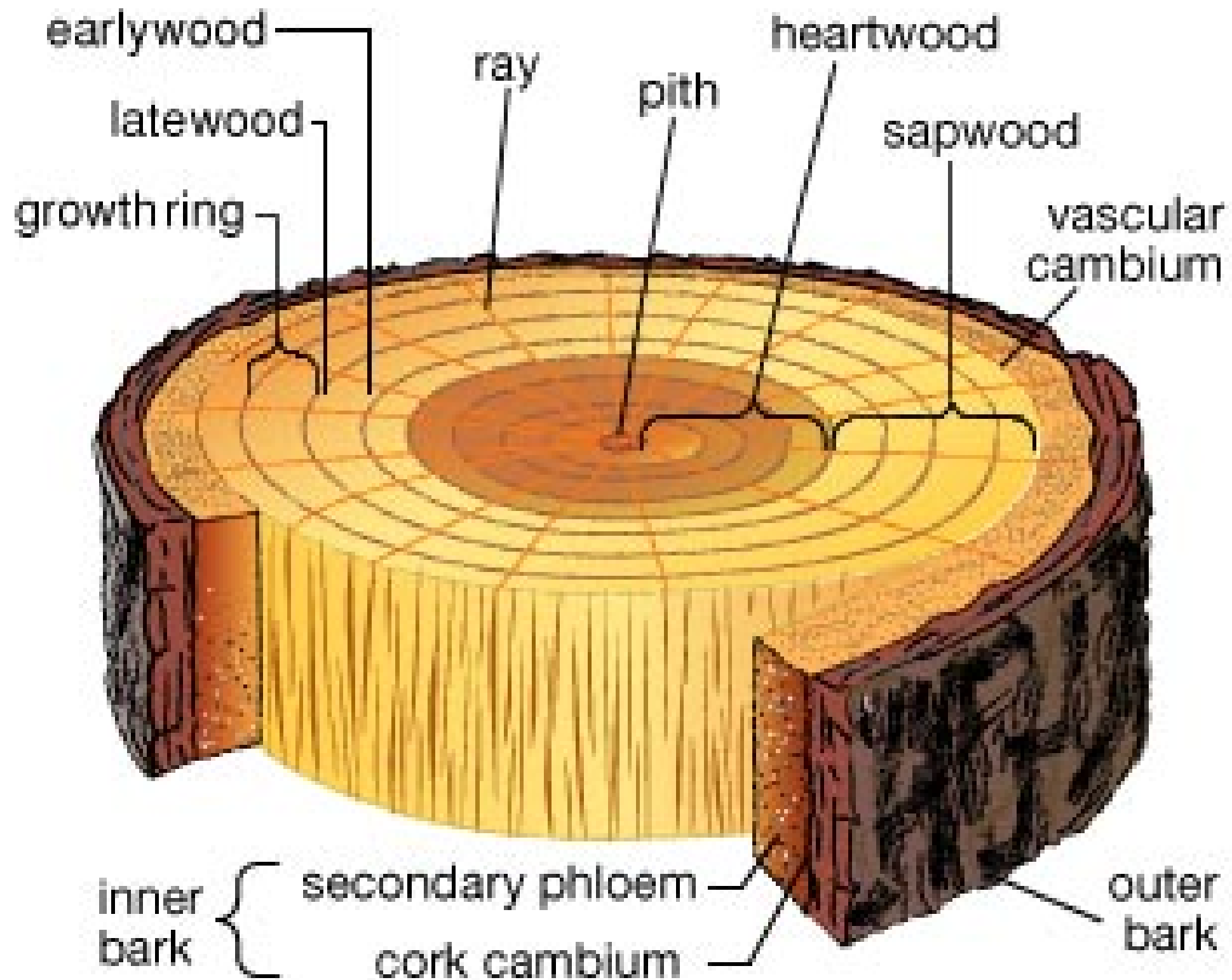


Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

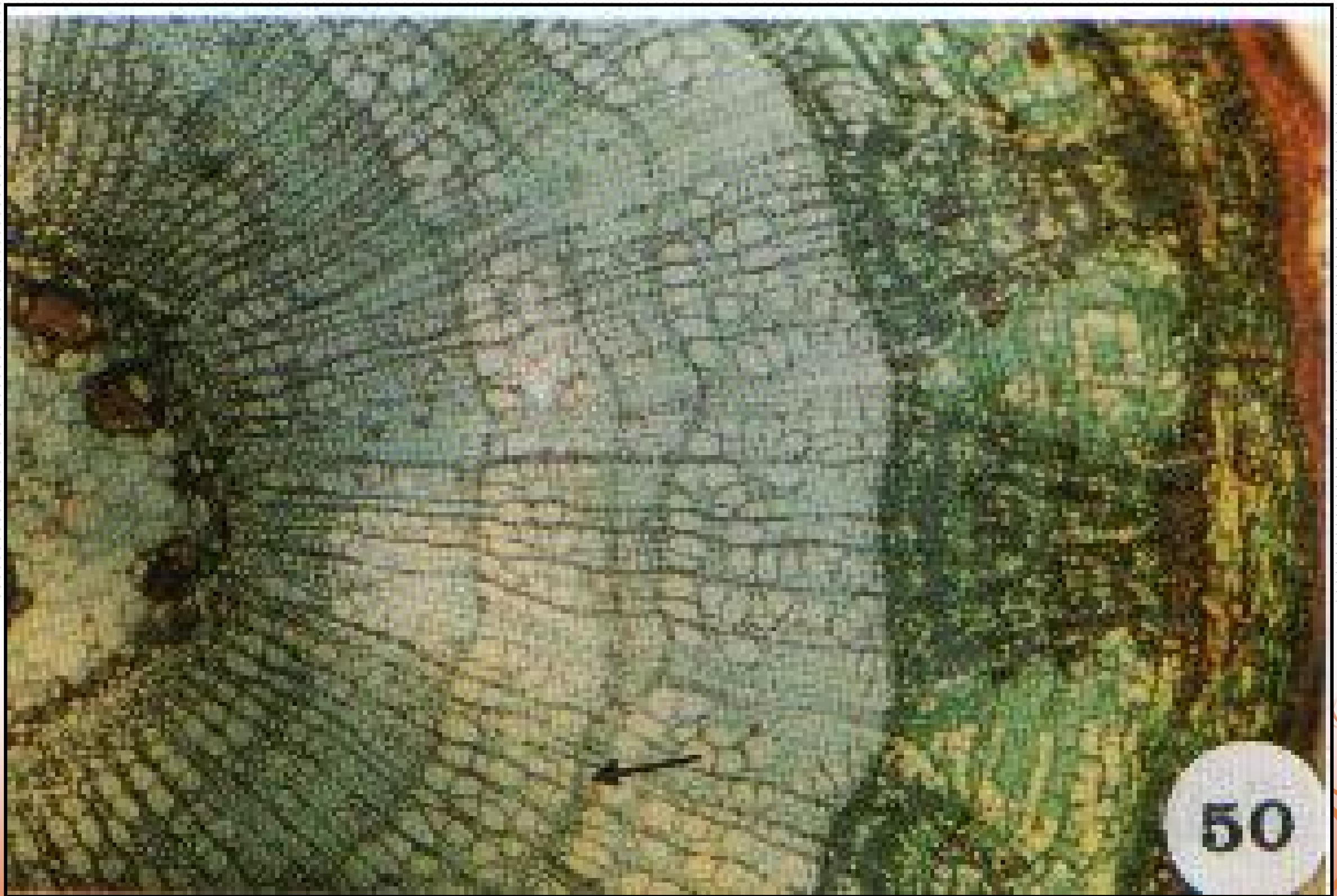
โครงสร้างของต้นไม้ เปลือกไม้และวงปี



ภาพแสดงรายละเอียดของไม้สนและโอ๊ก



© 2006 Merriam-Webster, Inc. ภาพโครงสร้างลำต้นที่มีการเจริญขึ้นที่สอง



ลักษณะของวงปี วงชะงัก(ศรชี้)

50

การเจริญของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

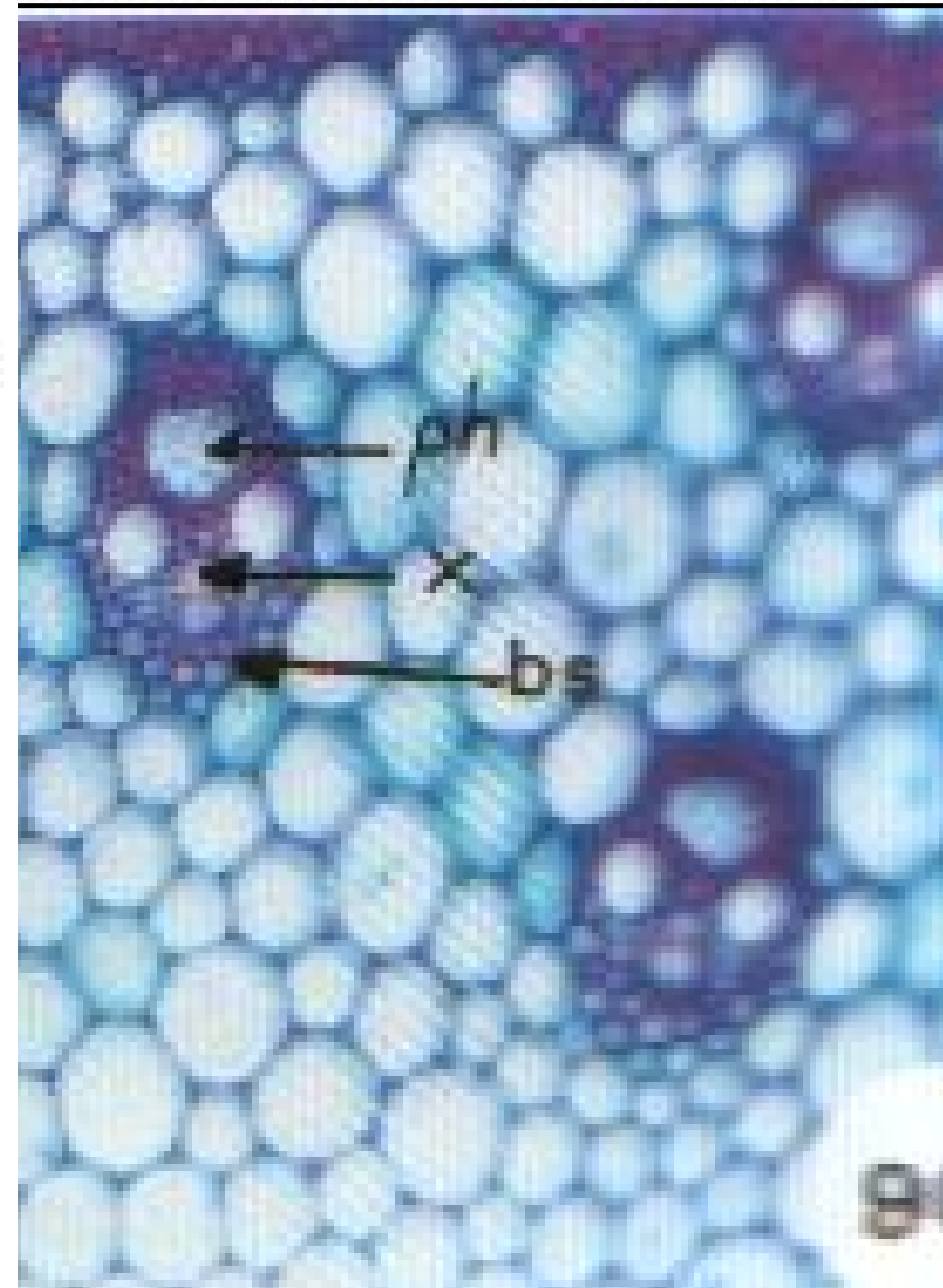
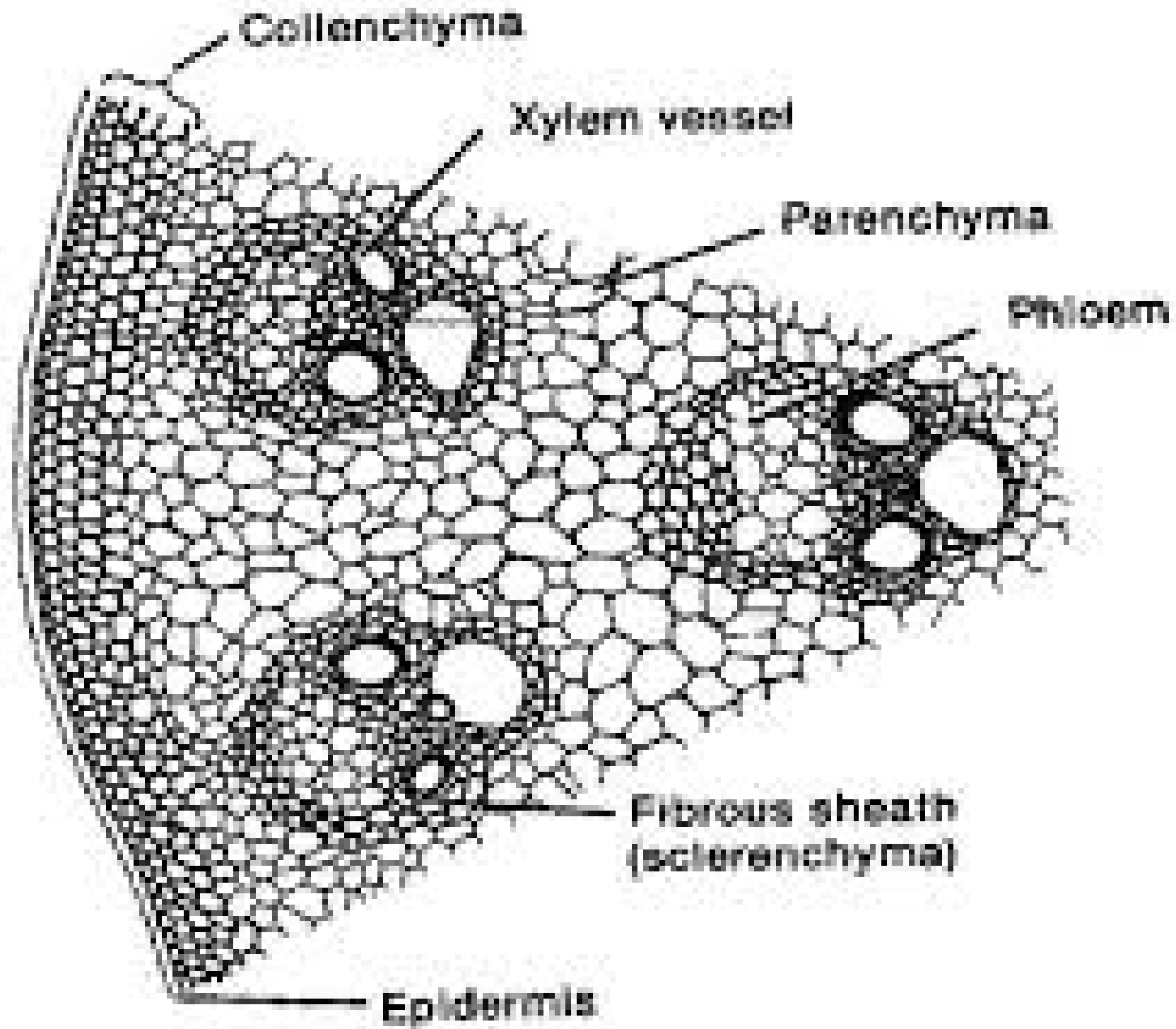
ลำต้นของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวส่วนมากประกอบด้วย primary permanent tissue ส่วนๆ ซึ่งมีกำเนิดและเจริญเปลี่ยนแปลงมาจาก apical meristem ทำนองเดียวกันกับพืชใบเลี้ยงคู่

ดังนั้นลำต้นของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจึงมีลักษณะโครงสร้างภายในคล้ายคลึงกับใบเลี้ยงคู่ คือ

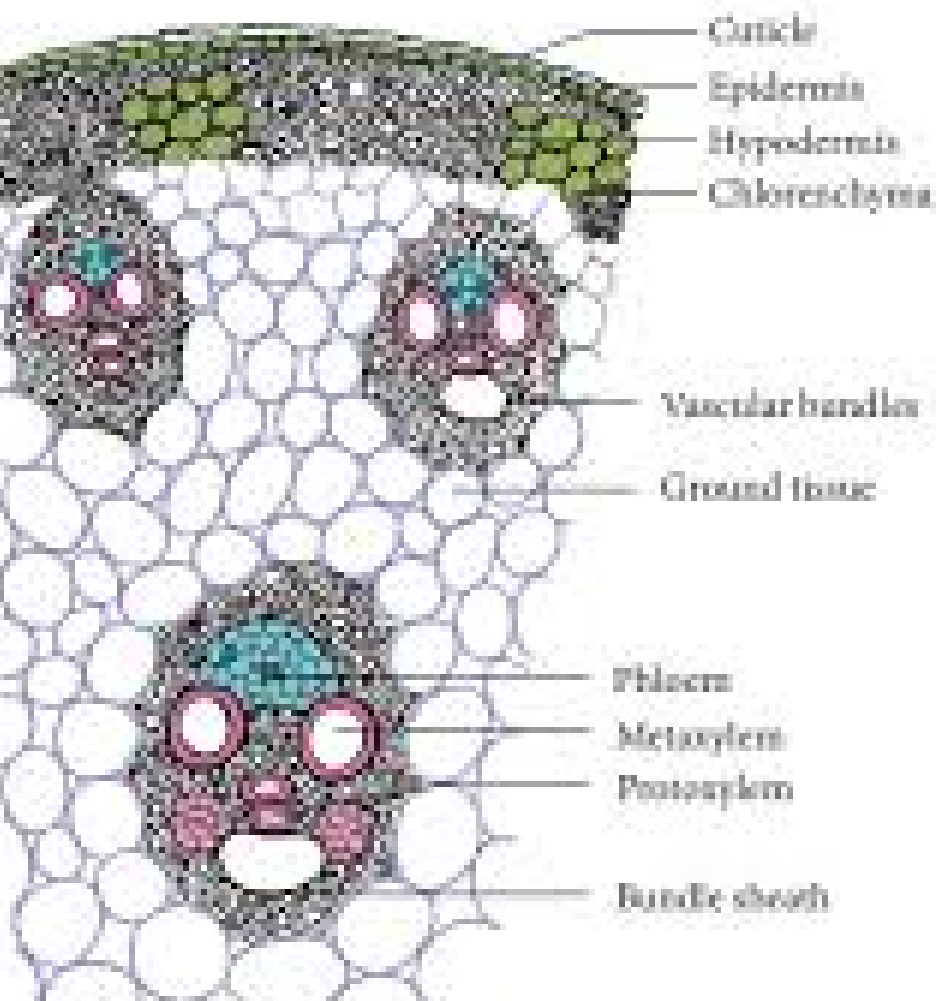
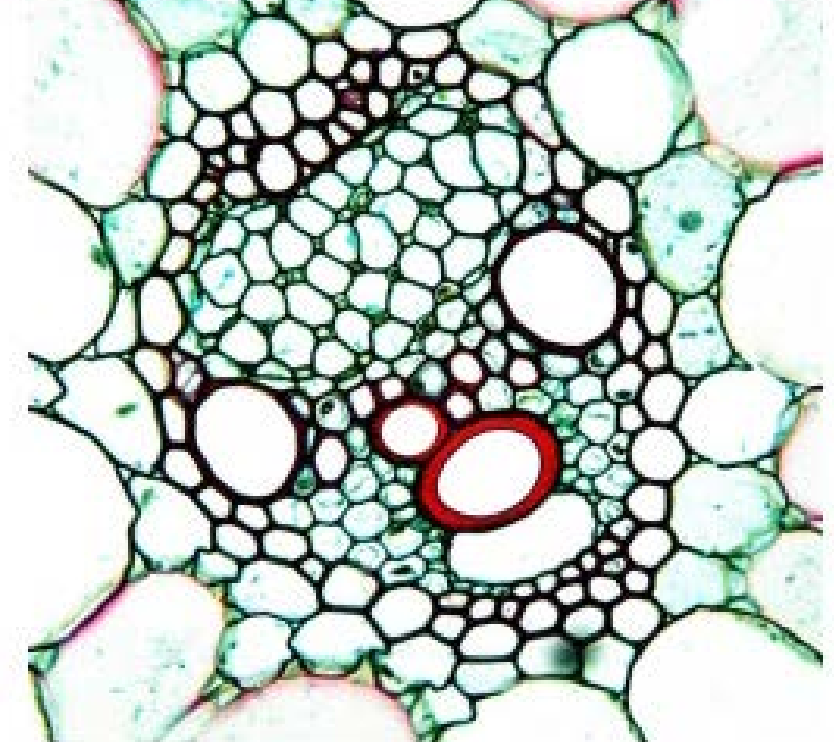
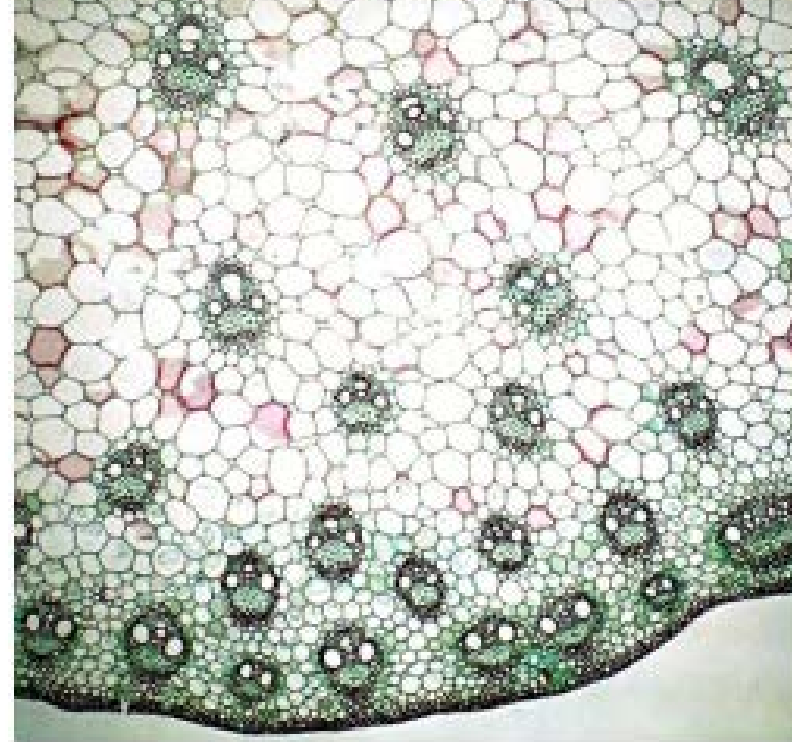
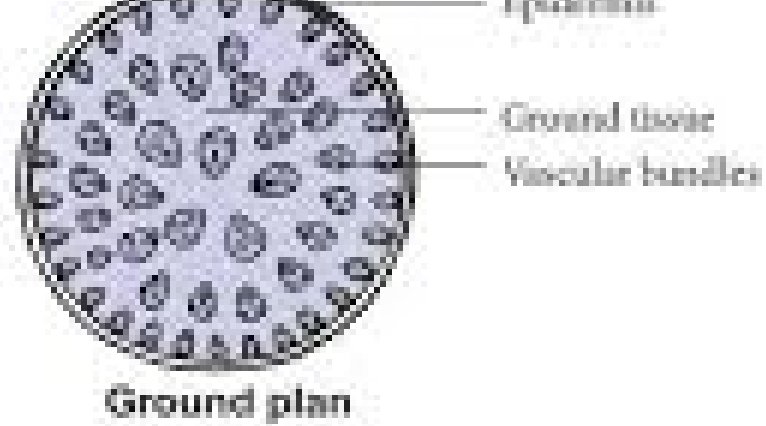
- มี 1. epidermis 2. cortex และ 3. stele เหมือนกันแต่ต่างกันตรงที่
 - **cortex** จะเป็นชั้นบางๆ 1 หรือ 2 ชั้นเท่านั้น
 - **stele** ของลำต้นใบเลี้ยงเดี่ยวประกอบด้วยกลุ่มของ vascular bundle (xylem และ phloem อยู่ด้วยกัน) ที่อยู่กันกระจัดกระจายไปทั่วภายในลำต้น ไม่เรียงเป็นวง

การเจริญของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

- **vascular bundle** (xylem และ phloem อยู่ด้วยกัน) ในลำต้นของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีลักษณะคล้ายๆ ใบหน้าคน โดยมี xylem อยู่ในตำแหน่งลูกตาบางชนิดยังรวมถึงจมูไปด้วย และบริเวณหน้าปากเป็นตำแหน่งของกลุ่ม phloem และบางทีอาจมีช่องว่างระหว่างเซลล์ขนาดใหญ่ (air space) ในตำแหน่งที่คล้ายจมูไปด้วย
- ส่วนมากไม่มี cambium ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจึงไม่มี secondary growth (ยกเว้นบางชนิด) นอกจากนี้ยังมี bundle sheath ซึ่งประกอบด้วย sclerenchyma และ fiber ห่อหุ้มอีกทีหนึ่งเพื่อป้องกัน vascular bundle



กลุ่มท่อลำเลียงของลำต้นหญ้าขน

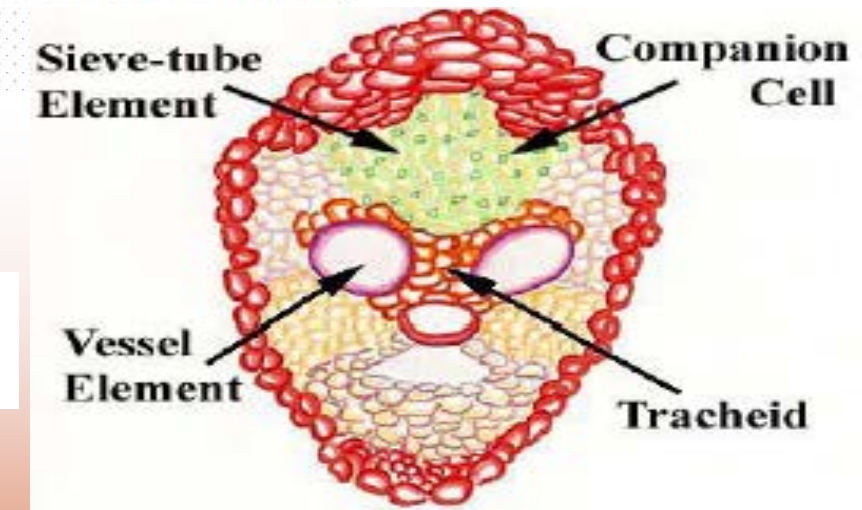


A sector enlarged

Figure 12.5 Transverse section of Monocot stem

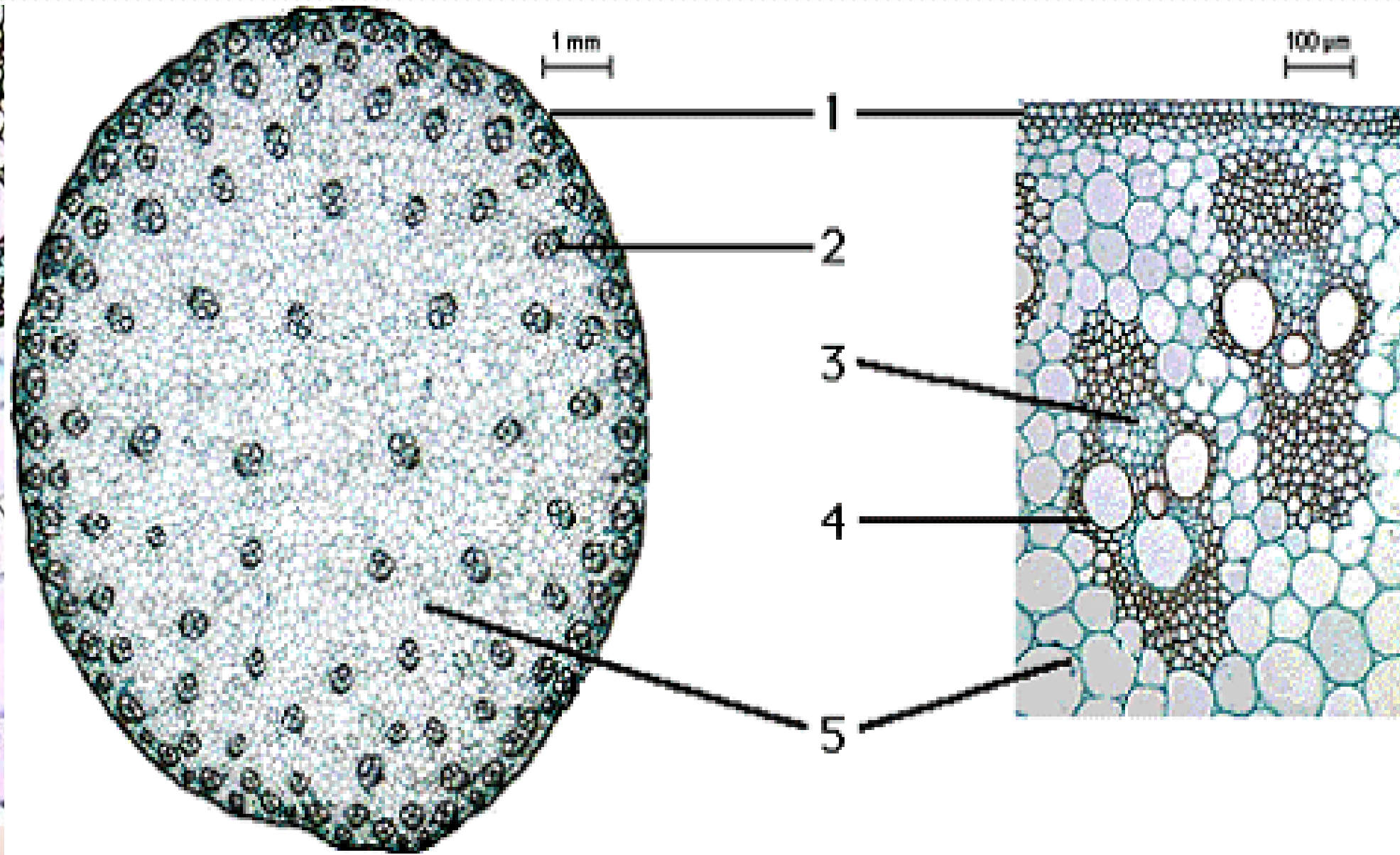
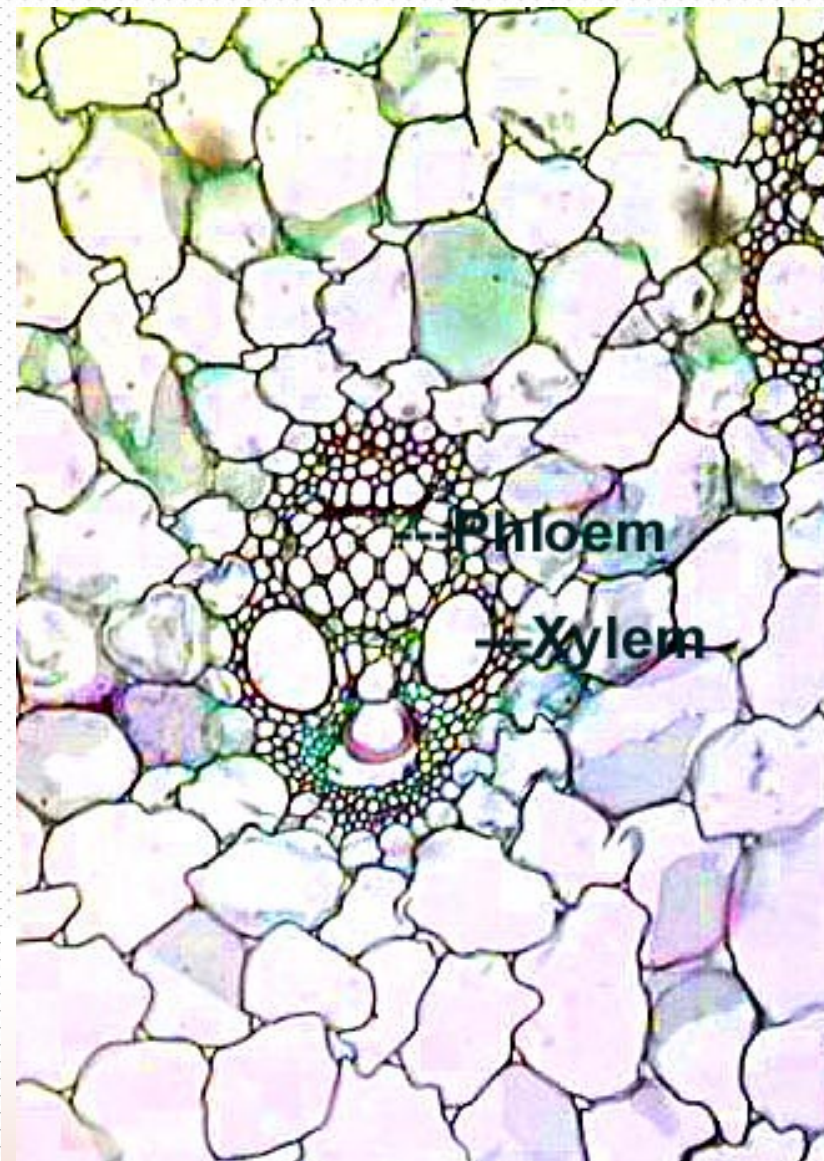
Figure 5.23. Left to right, top to bottom: eustele (stem segment), xylem vessel (longitudinal section) and atactostele (stem segment and vascular bundle). First photo is from the stem of *Helianthus*, second from *Trifolium*, last two from the stem of *Zea*. Magnifications $\times 100$ (first and third) and $\times 400$ (second and fourth).

vascular bundle ของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว



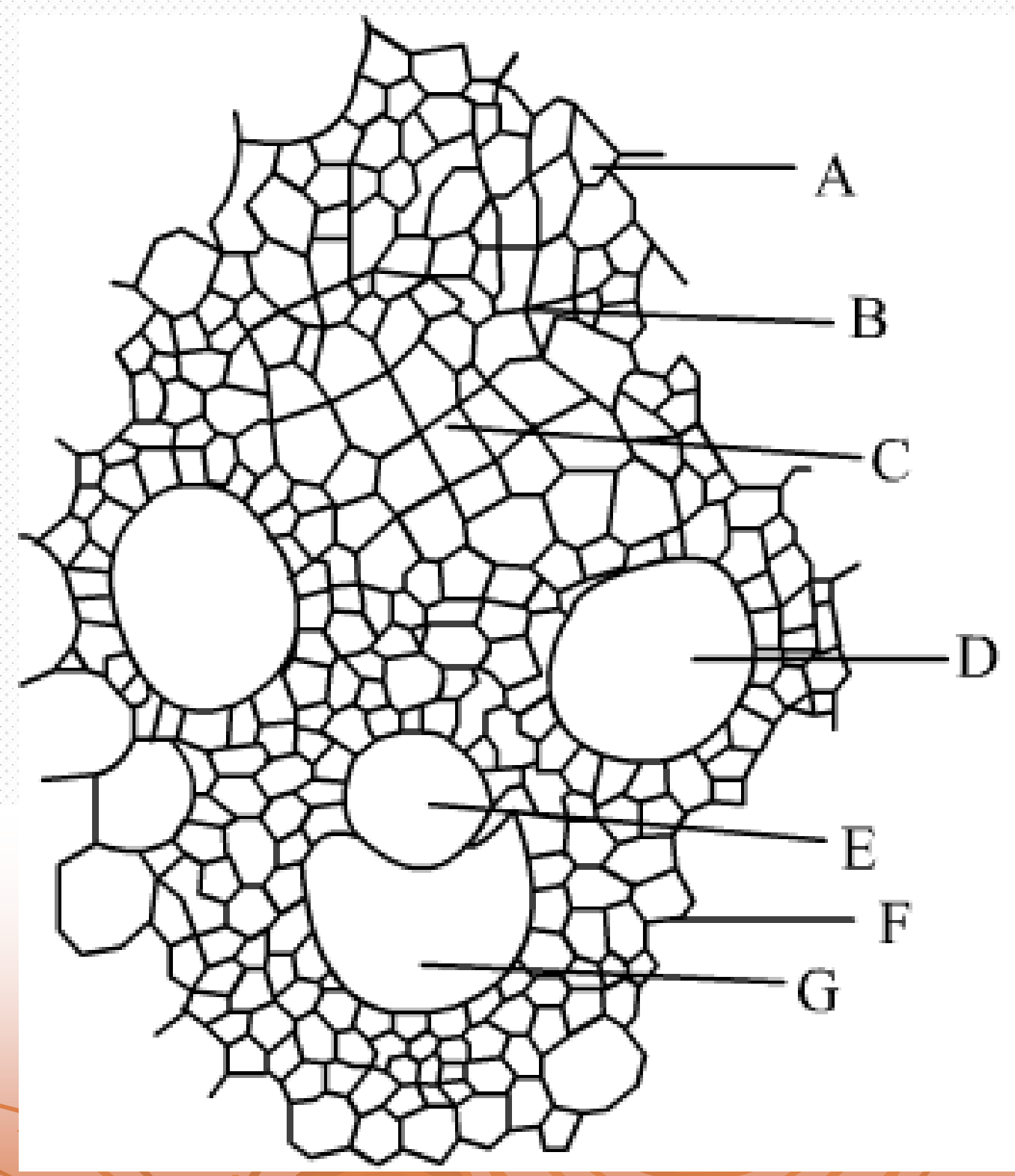
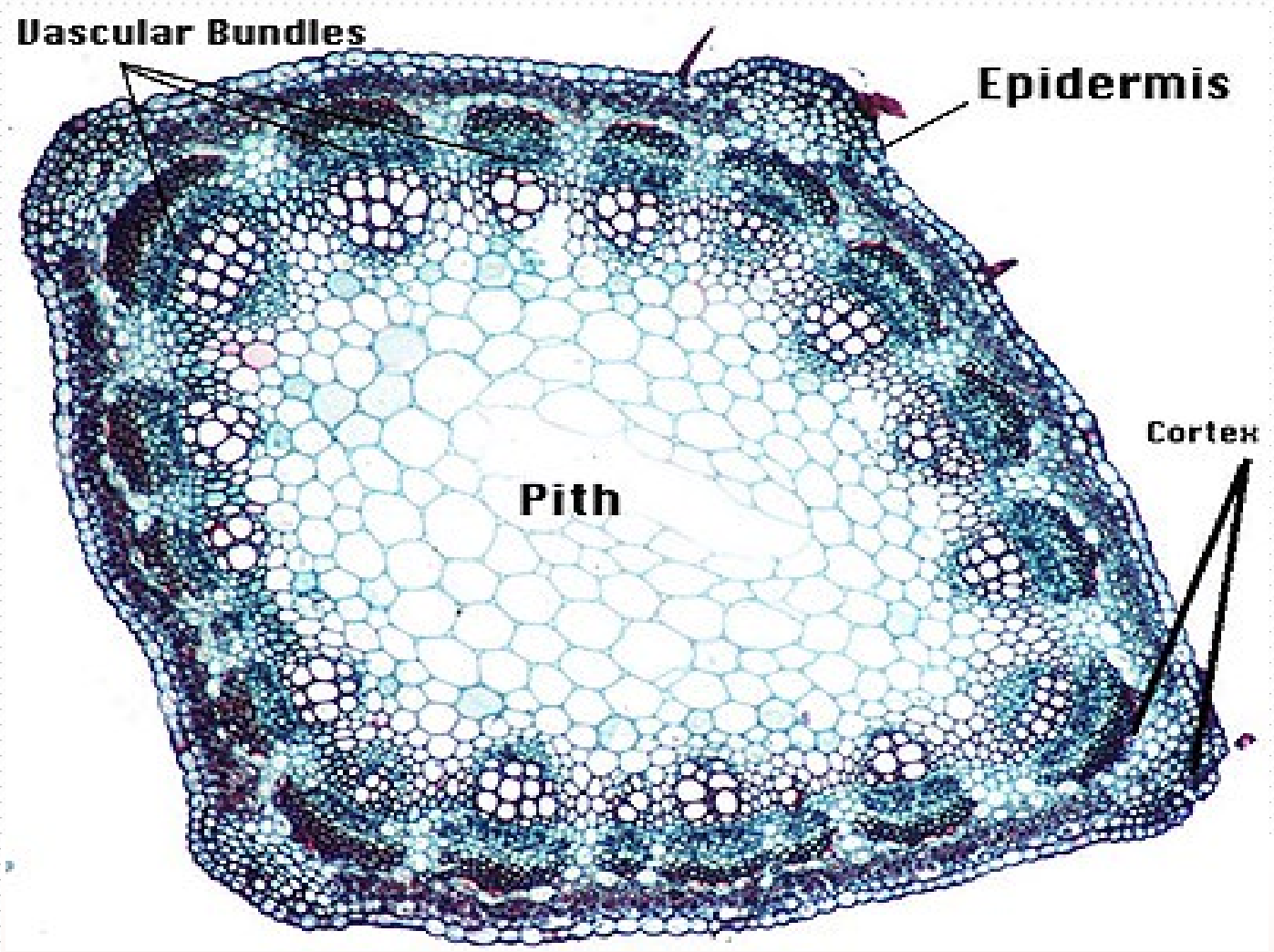
Monocot Vascular Bundle



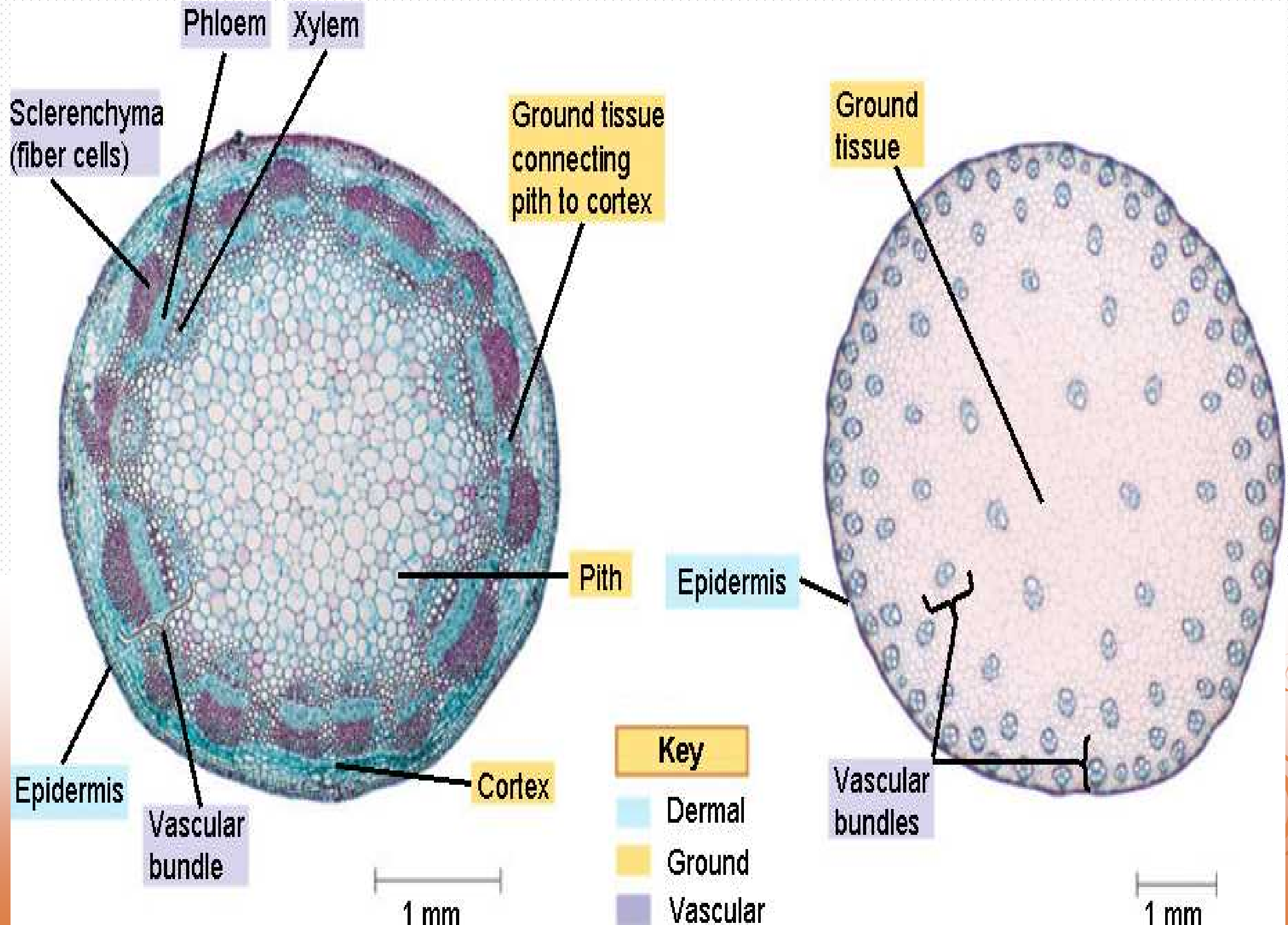


vascular bundle ของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

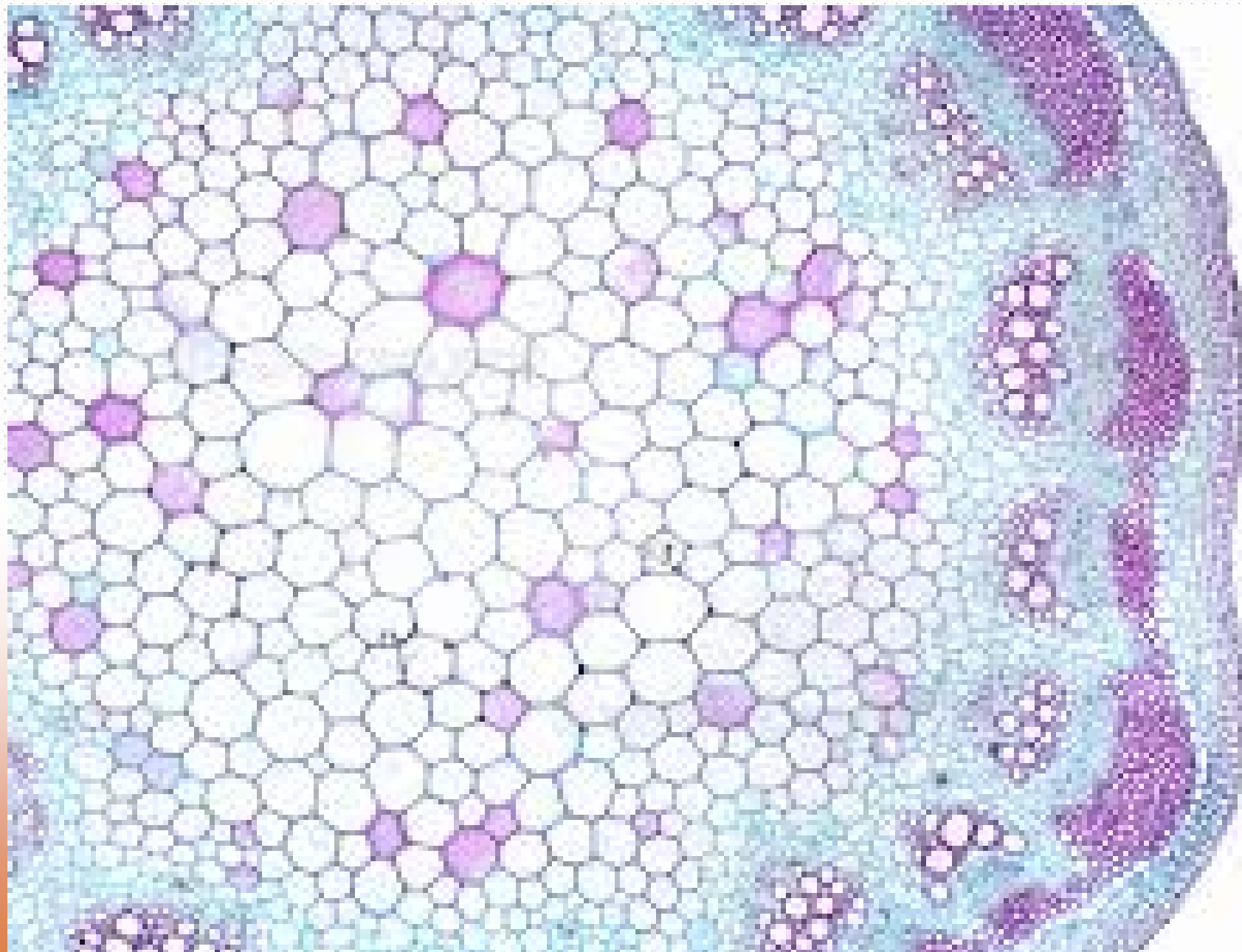
จรรยา โครงสร้าง vascular bundle ของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

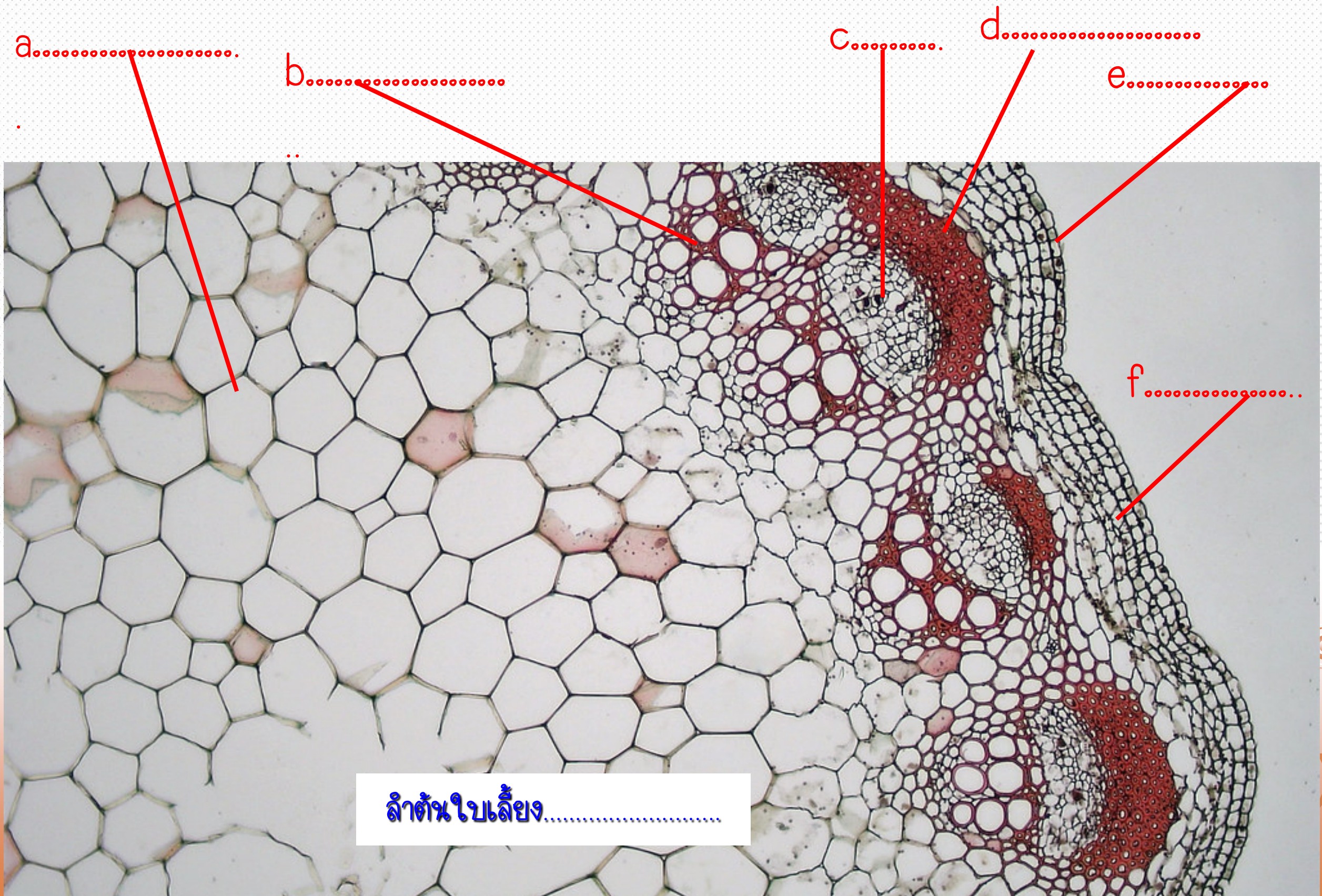


จรรยา โครงสร้าง vascular bundle ของลำต้นพืชใบเลี้ยง.....



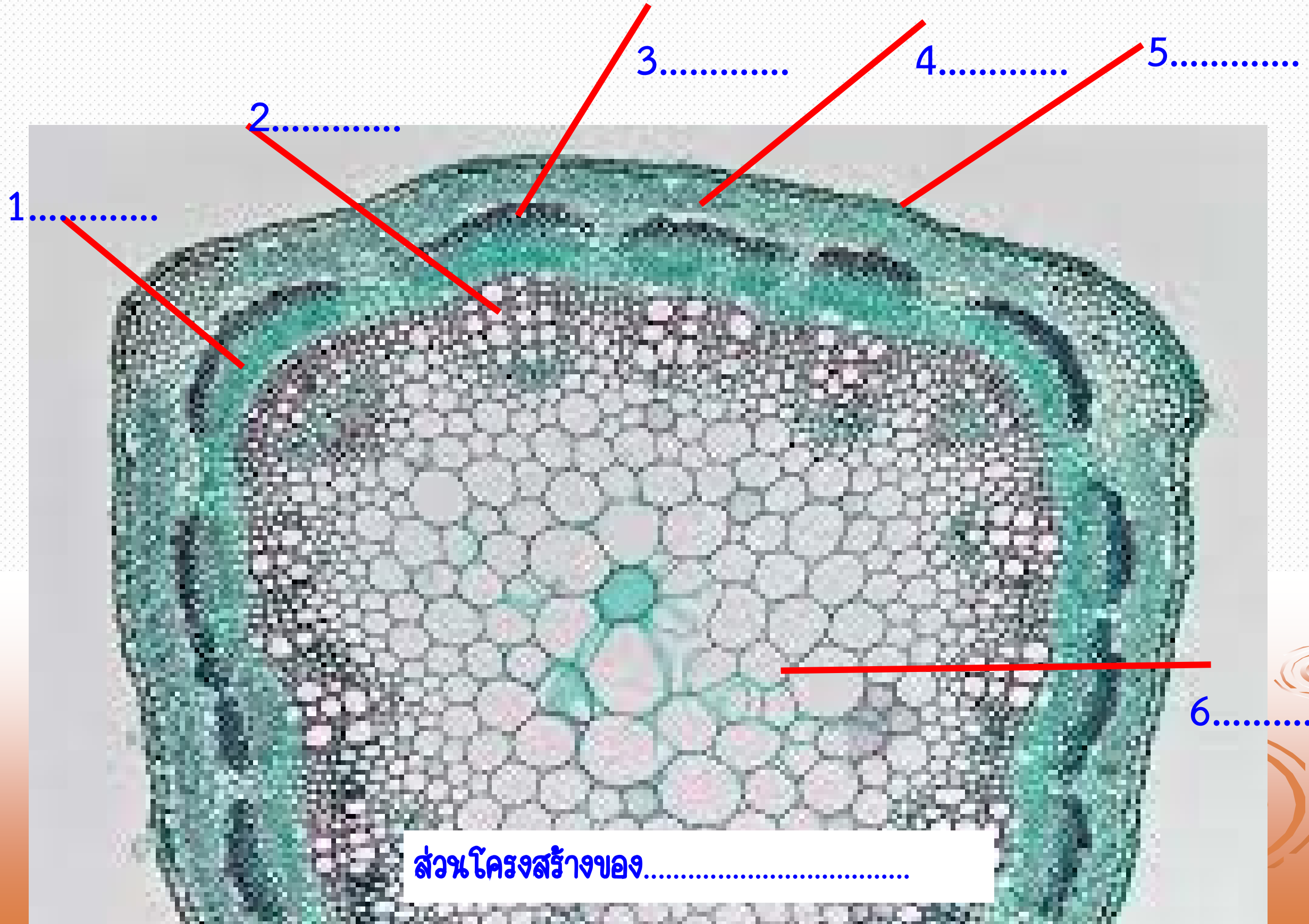
ลำต้นใบเลี้ยงคู่





ลำต้นใบเลี้ยง.....





1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

6.....

ส่วนโครงสร้างของ.....

เปรียบเทียบปล้ำต้นใเบเลี้ยงคู่และใเบเลี้ยงเดี่ยว

ปล้ำต้นใเบเลี้ยงเดี่ยว	ปล้ำต้นใเบเลี้ยงคู่
<ol style="list-style-type: none">1. มีข้อและปล้องเห็นได้ชัด2. ไม่ค่อยแตกกิ่งก้านสาขา3. มีค่อน้ำที่อาหารกระจายไปทั่วปล้ำต้น4. ส่วนมากไม่มีแคมเบียม5. ส่วนมากไม่มีการเจริญขึ้นที่ 26. ส่วนมากไม่มีวงปี7. โพลีเอ็มและไซเลมมีอายุในการทำงานยาวนาน	<ol style="list-style-type: none">1. เห็นได้ไม่ชัดเจนนัก2. มีกิ่งก้านสาขามาก3. มีค่อน้ำที่อาหารเรียงตัวเป็นวงรอบปล้ำต้น4. ส่วนมากมีแคมเบียมนอกจากพืชล้มลุกบางชนิดไม่มี5. ส่วนมากมีการเจริญขึ้นที่ 2 และเจริญไปเรื่อยๆ สัมพันธ์กับความสูง6. ส่วนมากมีวงปี7. โพลีเอ็มและไซเลมมีอายุการทำงานสั้นแต่จะมีการสร้างขึ้นมาทดแทนอยู่เรื่อยๆ



ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่

1. วาสคิวลาร์บันเดิล เรียงเป็นระเบียบในแนวรัศมี
2. มีแคมเบียมระหว่าง โพลเอ็ม และไซเลม จึงมีการเจริญเติบโตขั้นที่สอง ทำให้ลำต้นอ้วนขึ้น
3. ชั้นคอร์เทกซ์รวมกับโพลเอ็มที่มีอายุกลายเป็นเปลือกไม้
4. เมื่อพืชอายุมากขึ้นไซเลมที่มีอายุมากจะถูกดันเข้าไปข้างในกลายเป็นไม้เนื้อแข็ง

ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

1. วาสคิวลาร์บันเดิล กระจายทั่วลำต้น
2. ส่วนใหญ่ไม่มี แคมเบียมระหว่างโพลเอ็มและไซเลมจึงไม่เพิ่มขนาดทางด้านข้าง มีแต่การเพิ่มความสูง
3. ชั้น คอร์เทกซ์บาง ๆ ไม่มีการรวมตัวเป็นเปลือกไม้
4. ส่วนใหญ่ไม่มีการสร้างไม้เนื้อแข็งและกลางลำต้น อากาศโปร่ง

ชนิดของลำต้น

- ลำต้นแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ
 - ลำต้นเหนือดิน (Aerial stem)
 - ลำต้นใต้ดิน (Underground stem)



ลำต้นเหนือดิน

จำแนกตามลักษณะของลำต้นได้เป็น 3 ชนิด

1. ต้นไม้ใหญ่ (tree) หรือไม้ยืนต้น
2. ต้นไม้พุ่ม (shrub)
3. ต้นไม้ล้มลุก (herb)



ภาพ ไม้ยืนต้น



ภาพ ไม้พุ่ม



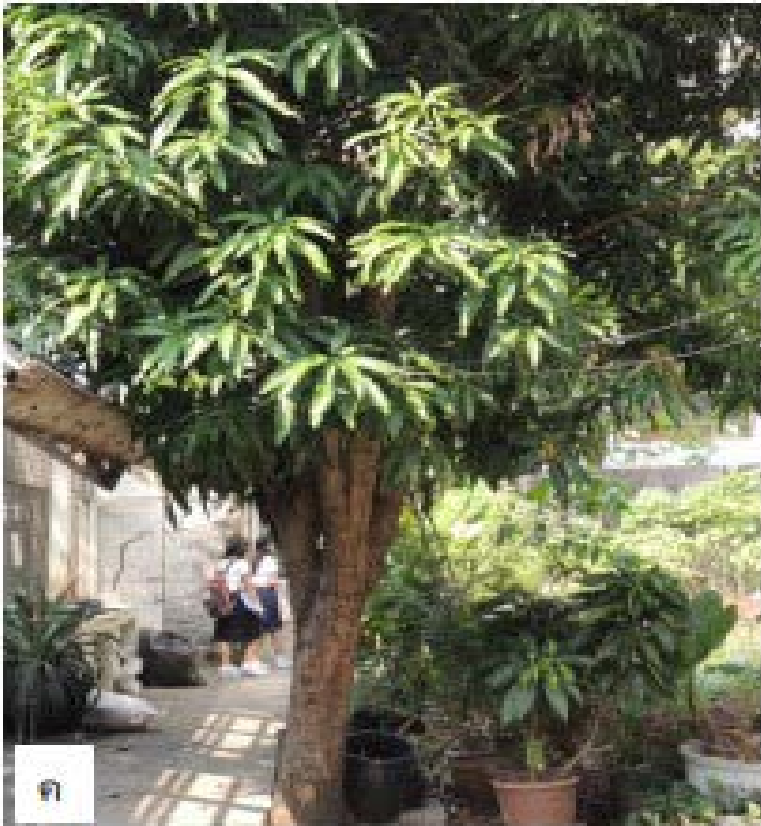
ภาพ ไม้ล้มลุก



ก



ข

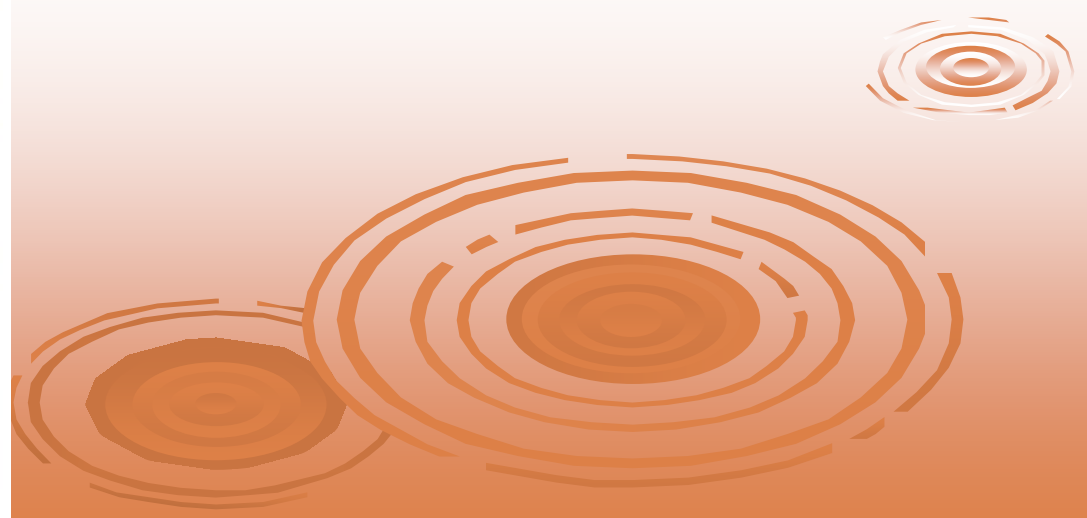


ค



ง

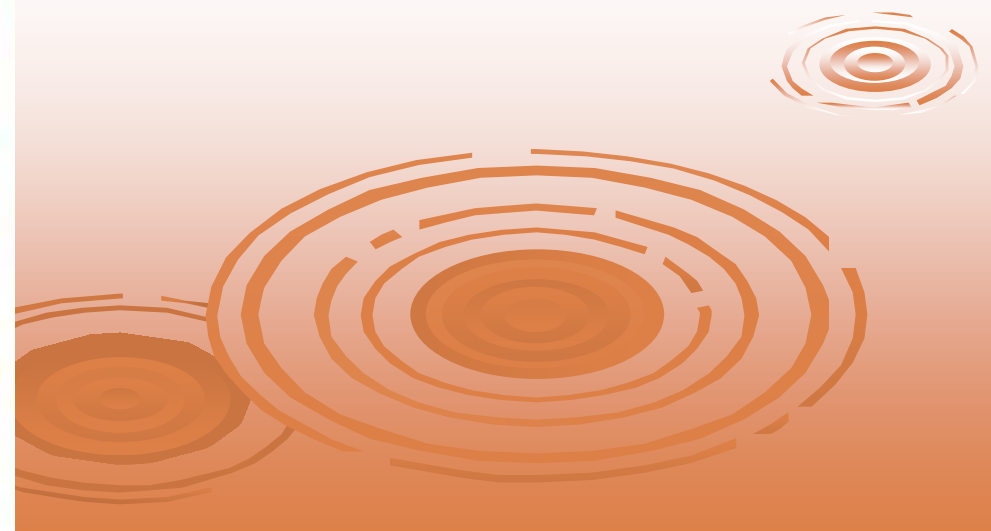
ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ก.ไผ่ ข.อ้อย
ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ ค.มะม่วง ง.จามจุรี



ลำต้นพิเศษ



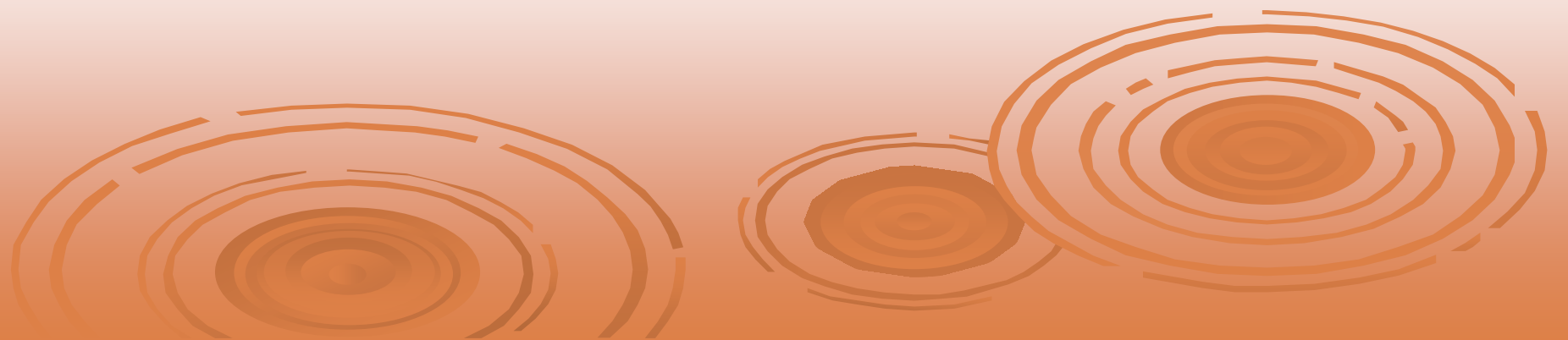
ลำต้นที่เปลี่ยนแปลงโครงสร้าง
ก. เปลี่ยนคล้ายใบ (สนัดไต)
ข. Thorn(คัตแค้า) ค. Thorn(สั้น)
ง. หน่อเกาะ(พวงชมพู)



ลำต้นเหนือดินที่เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่พิเศษ

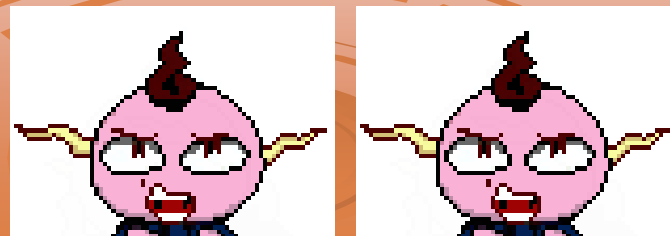
➤ แบ่งเป็น 2 พวก คือ

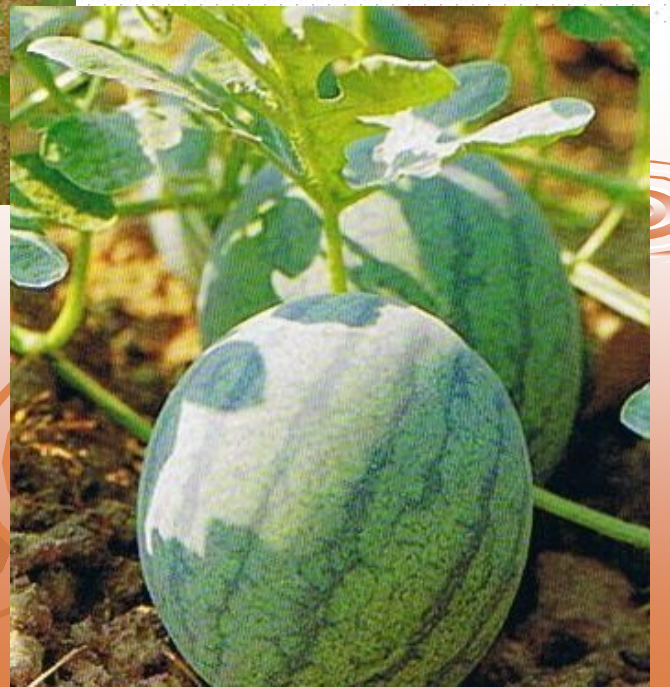
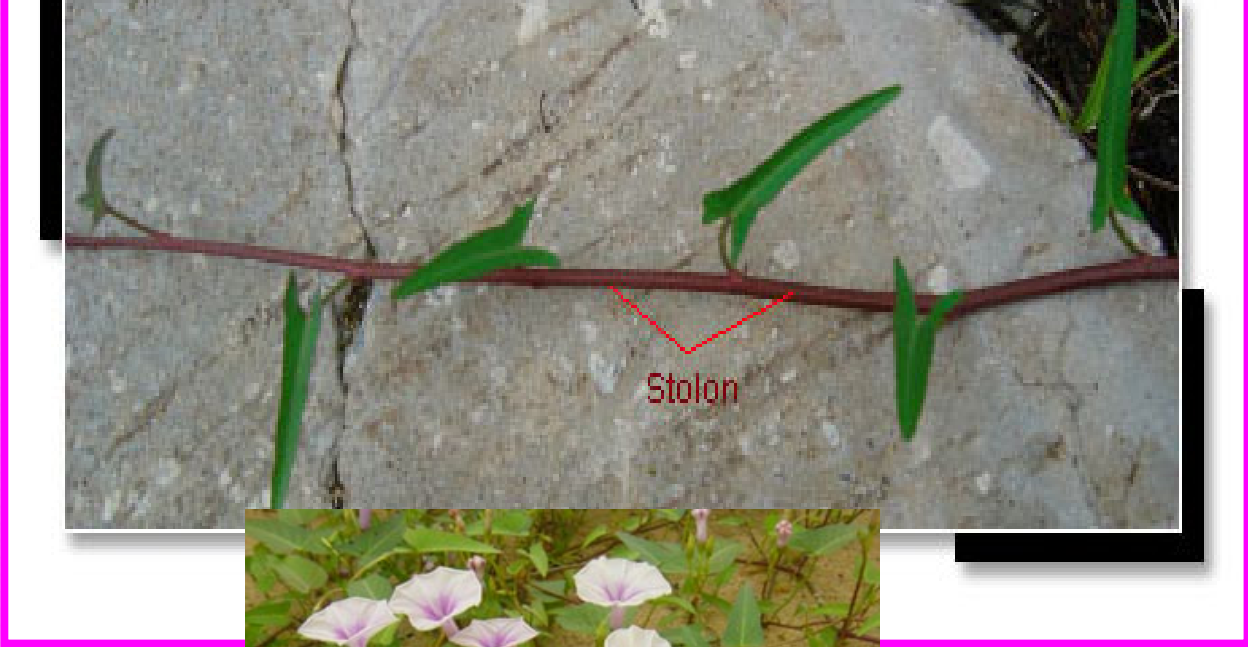
- เครือพืง ฝ่ต้ม (creeping stem)
- ไคลขบขบง ฝ่ต้ม (Climbing stem)



1. ครีบกิ่ง สืบต้น (creeping stem)

- ลำต้นที่ทอดหรือเลื้อยขนานไปตามผิวดินหรือน้ำทั้งนี้เพราะลำต้นอ่อนไม่สามารถตั้งตรงอยู่ได้ตามข้อมักมีรากงอกออกมาแล้วแทงลงไปในดินเพื่อช่วยยึดลำต้นให้แน่นอยู่กับที่ได้ แขนงที่แยกไปตามผิวดินหรือน้ำดังกล่าวนี้ เรียกว่า **stolon** (สโตนลอน) หรือ **Runner** (รันเนอร์) ได้แก่ พริกขี้หนู พริกกะฉนด พริกตบชวา แตงโม ฟักทอง และ สตรอเบอรี่





2. ไคลบปีง สเต็ม (Climbing stem)

- ลำต้นที่เลื้อยหรือไต่ขึ้นที่สูง พืชพวกนี้มักมีลำต้นอ่อนแ่ช่แแต่ยวกับพวกแรก แต่ถ้ามีหลักหรือต้นไม้ที่มีลำต้นตรงอยู่ใกล้ๆ มันอาจจะไต่ขึ้น ที่สูงด้วยวิธีต่างๆดังต่อไปนี้จึงจำแนก climbing stem ออกเป็นชนิดต่างๆตามลักษณะของการไต่ **ไต่ดังนี้**



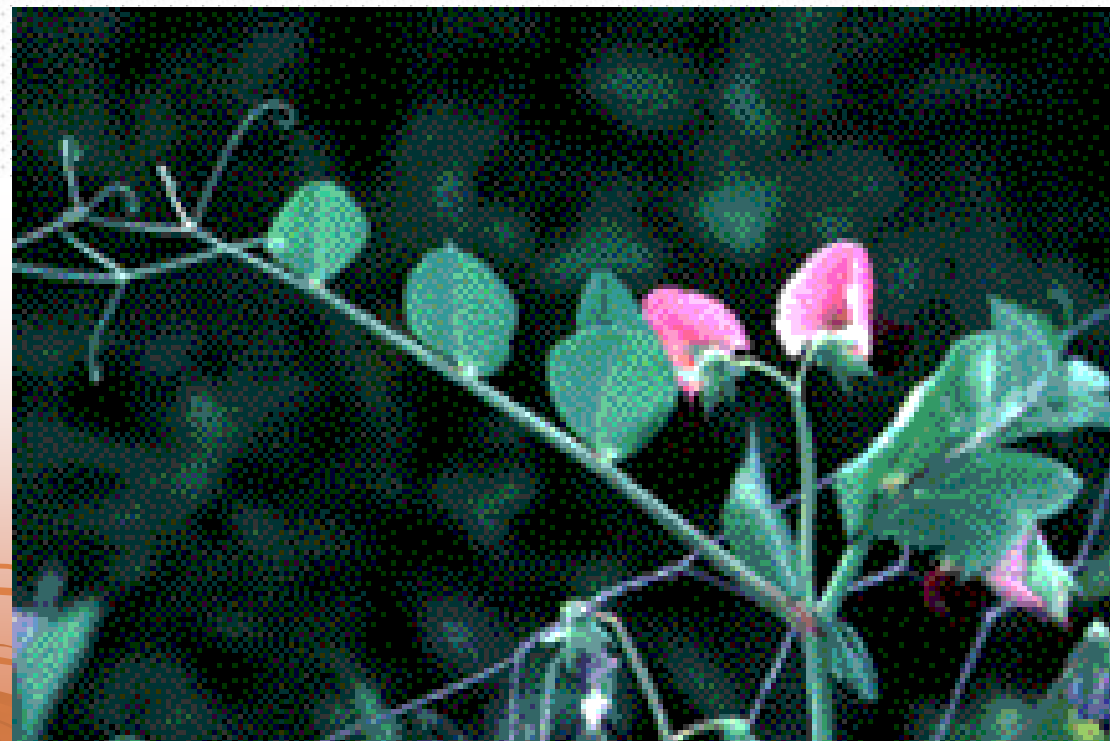
2.1 ทวิพหิงง สกัฒม (twining stem)

- ลักัฒมที่ไถ่ขั้ณที่สุงโดยไ้ลักัฒมพัณหลักเป็นเกลียวไป เช่น ลักัฒมถั่ว ลักัฒมบอระเพ็ด และเกววลัย์ต่างๆ



2.2 มือเกาะ (tendrils stem)

- ลำต้นที่ตัดแปลงไปเป็นมือเกาะ(tendrils) สำหรับพันหลักเพื่อไต่ขึ้นที่สูง ส่วนของเทรนด์ริลจะบิดเป็นเกลียวคล้ายหลอดสปริงเพื่อให้ยึดหยุ่นเมื่อลมพัดยอดอ่อนไปมา เทรนด์ริลก็จะยึดและหดได้ เช่น ต้นองุ่น บวบ น้ำเต้า ฟักทอง แตงกวา





ภาพ มือเกาะของต้นองุ่น



ภาพ มือเกาะของแตงกวา



ภาพ มือเกาะของต้นบวบ

2.3 รุก โคลบขิง (root climbing)

- ลำต้นที่ไต่ขึ้นที่สูงโดยใช้รากที่งอกออกมาตามข้อยึดกับหลักหรือต้นไม้ เช่น ต้นพริกไทย ต้นพลู และพลูด่าง



2.4 หนาม (stem spine)

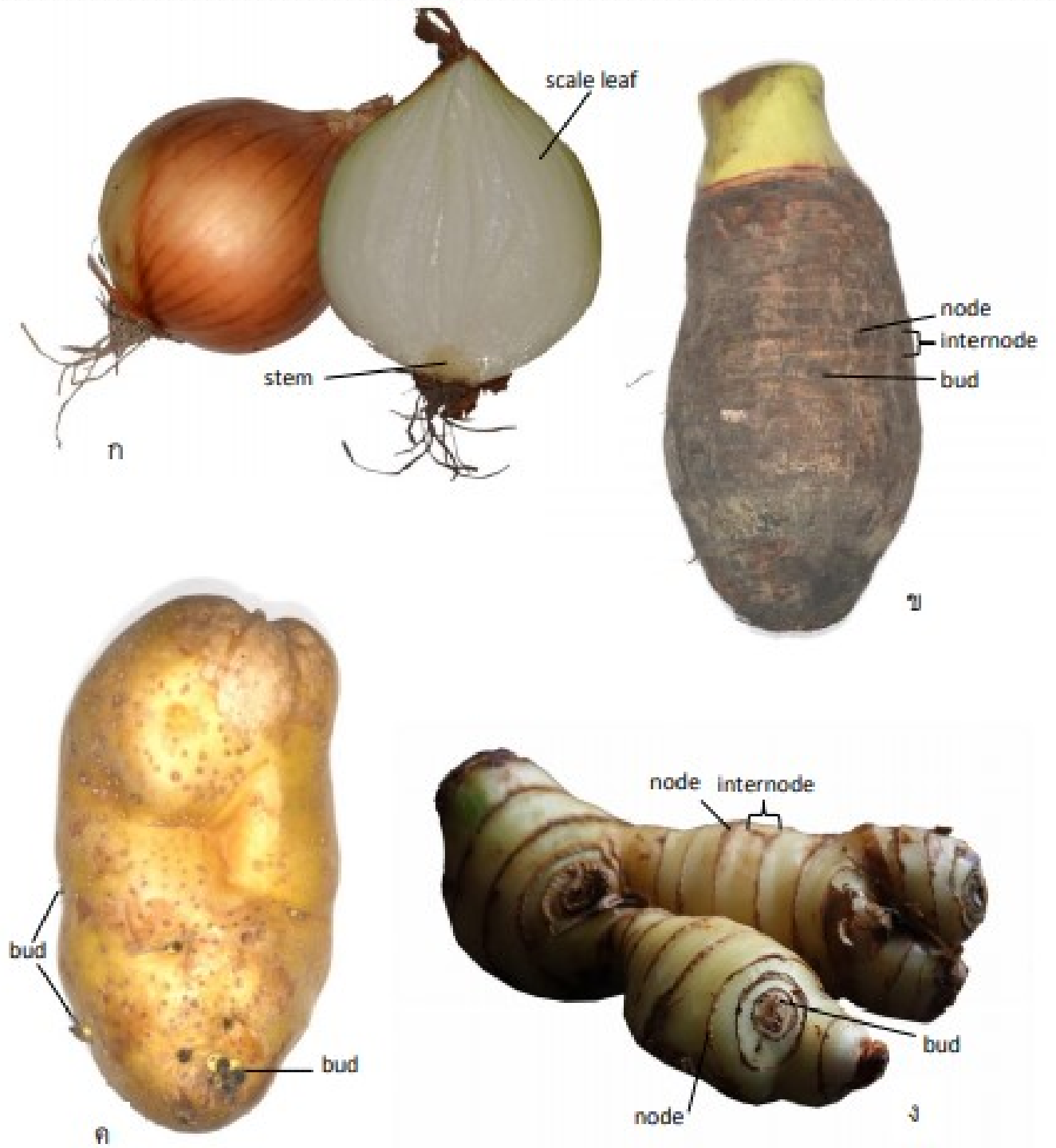
- ลำต้นที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นหนามรวมทั้งหมดเกี่ยว(hook) สำหรับไต่ขึ้นไปสูง และป้องกันอันตรายได้ด้วย เช่น ฝีม่องฟ้า มะนาว มะกรูด พวงส้มต่างๆ ไม้ และไมยราบ กุหลาบ ต้นกระดังงา



ลำต้นใต้ดิน (Underground stem)

จำแนกได้ 4 ชนิดคือ

1. แง่ง หรือเหง้า หรือ ไรโซม (Rhizome)
2. ทูบะอะ (Tuber)
3. บัลบ (bulb)
4. คอรัม (Corm)



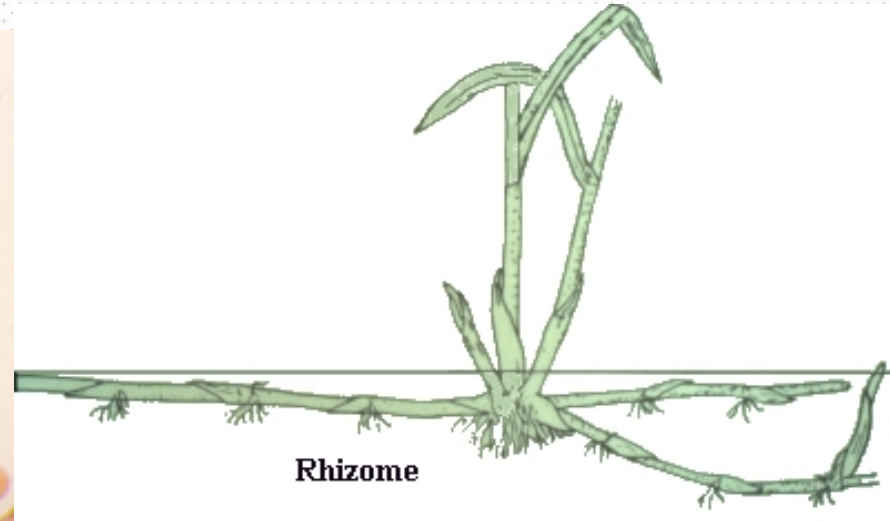
รูปที่ 7 ลำต้นพิเศษ ก. ลำต้นแบบคorm (หอมใหญ่) ข. หัวแบบเผือก (เผือก) ค. หัวแบบมันฝรั่ง (มันฝรั่ง) ง. เหง้า (ข่า)

แง่ง หรือเหง้า หรือ ไรโซม (Rhizome)

- มักอยู่ขนานกับผิวดิน มีข้อและปล้องเห็นได้ชัดเจน ตามข้อมีใบที่เปลี่ยนแปลงมาเป็นสีน้ำตาลใบนี้ไม่มีคลอโรฟิลล์มักเรียกว่าใบเกล็ด ห่อหุ้มตาเอาไว้ภายใน ตาเหล่านี้อาจแตกแขนงเป็นลำต้นที่อยู่ใต้ดินหรือแตกเป็นใบเป็นมดขี้หมาเหนือดิน ลำต้นชนิดนี้ถ้ามีการสะสมอาหารไว้มากก็จะอวบอ้วนขึ้น เช่น ขมิ้น ขิง ข่า ว่าน สะระแหน่



ภาพ ลำต้นใต้ดินของขมิ้น

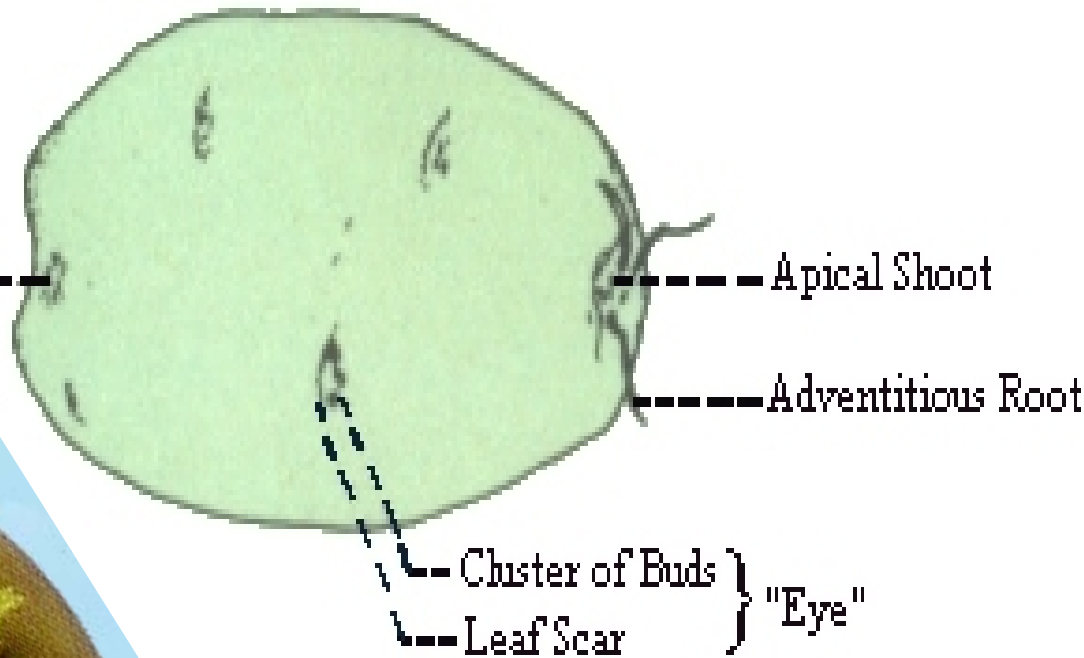


ภาพลำต้นใต้ดินของข่า

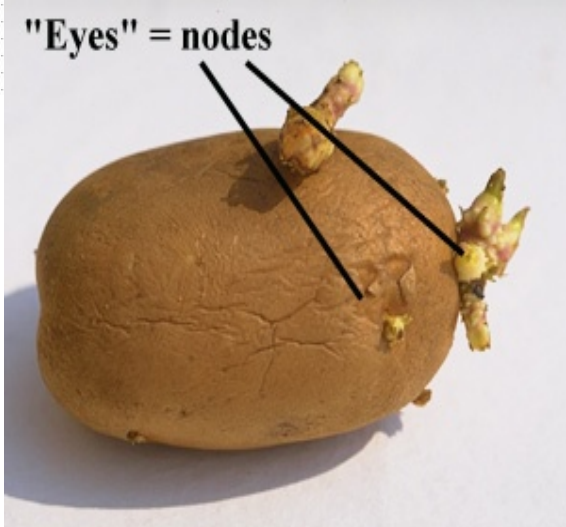
ทูบะ (Tuber)

- เป็นลำต้นใต้ดินที่เติบโตมาจากปลายไรโซม ประกอบด้วยปล้องประมาณ 3-4 ปล้องเท่านั้น ตามข้อไม่มีใบเกล็ดและราก มีอาหารสะสมอยู่มากจึงทำให้อวบอ้วนกว่าไรโซมตรงที่อยู่ของตาจะไม่อ้วนขึ้นมาด้วย จึงเห็นตาบวมลง เช่น หัวมันฝรั่ง หัวมันมือเสือ มันกลอย

Basal end of tuber showing scar where it was detached from stolon



TUBER

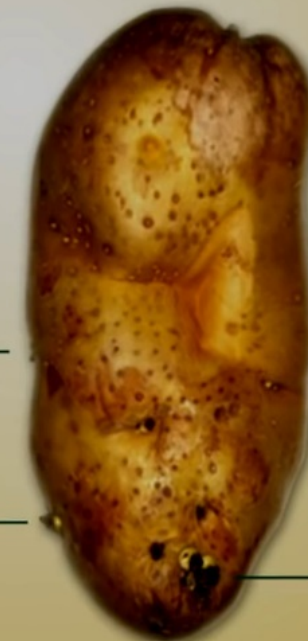


หัวแบบมันฝรั่ง (Tuber)

ตา (Bud)

ตา (Bud)

ตา (Bud)

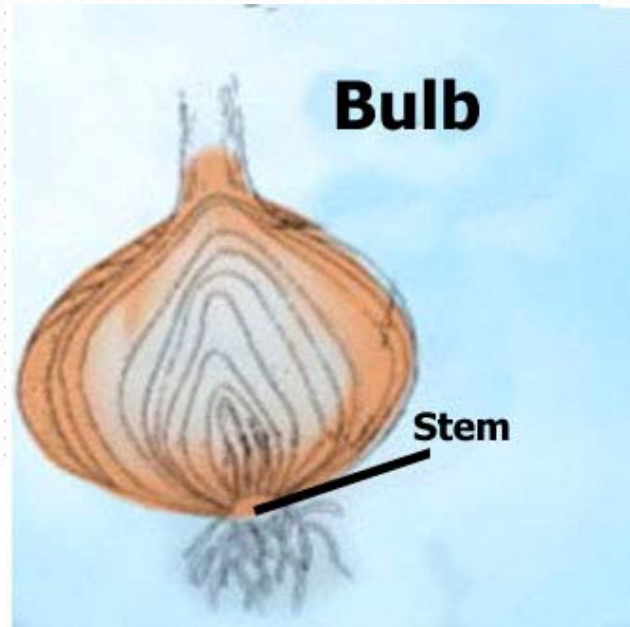


บับ (bulb)

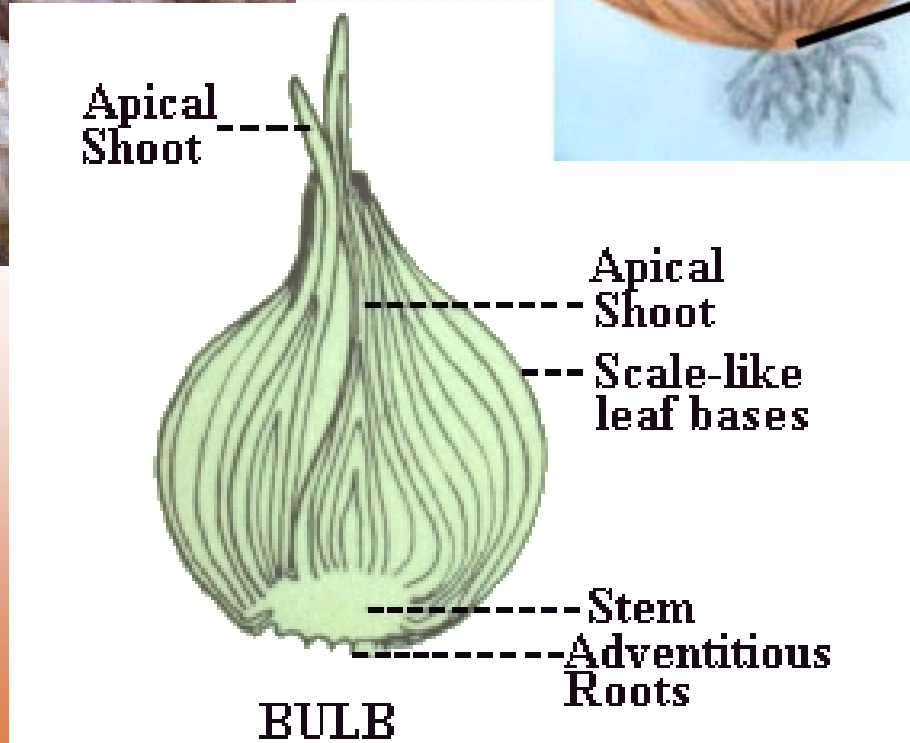
- ลิ้าต้งที่ต้งตงอวต้งตงงพ้งต้งต้งมาบ้งเป้งลิ้าต้งเล้กๆมีปล้งองส้งมากตามปล้งองมีใบเกล็ดห่อหุ้มลิ้าต้งอวอว้จงเห้งเป้งห้วต้งมา อวหารจะสะสมในใบเกล็ด แต่ในลิ้าต้งจะไม่มีอวหารสะสม ตอกลงงของลิ้าต้งจะมีรากพอย งอกออกมเป้งเล้งเล้กๆ เช่น ห้วหอม กระเทียม และพล้งพล้ง



ภาพกระเทียม



ภาพ หัวหอม

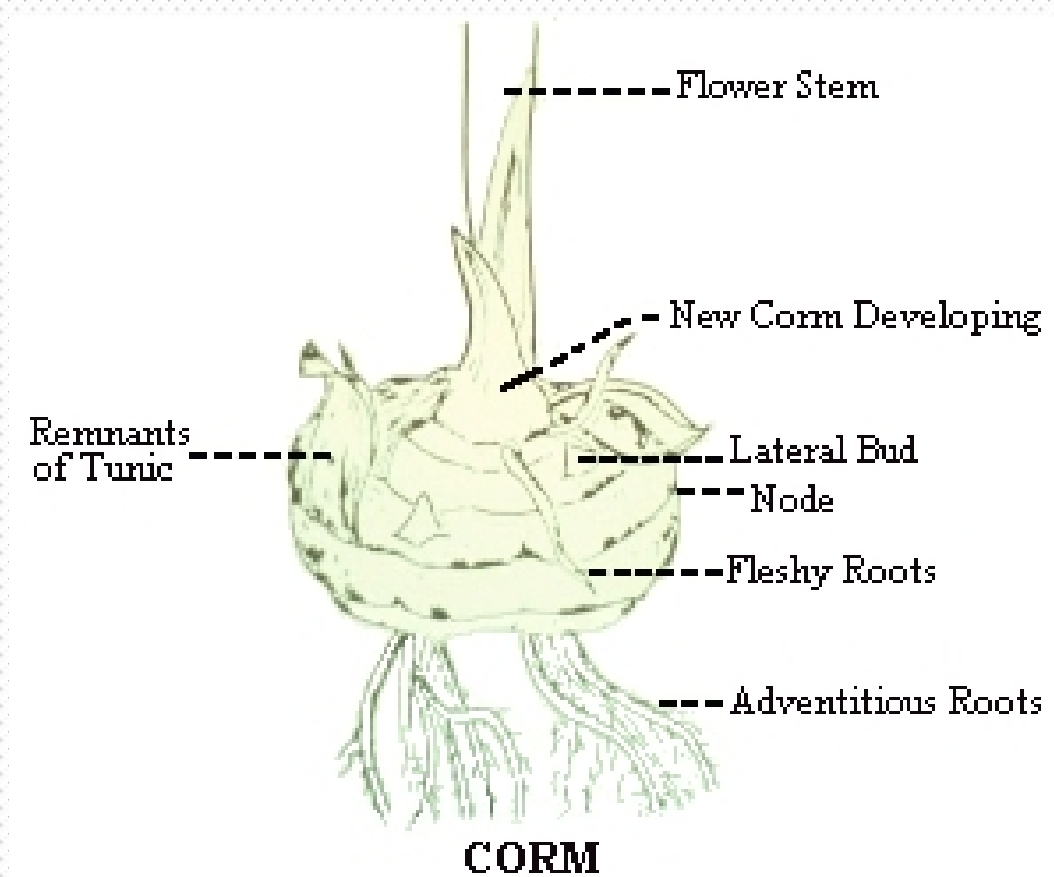


ลำต้นสั้น



คอร์ม (Corm)

- ลำต้นใต้ดินที่ตั้งตรงเหมือนกับ บัลบ แต่จะมีอาหารสะสมอยู่ในลำต้น แทนที่จะสะสมไว้ในใบเกล็ด จึงทำให้ลำต้นอ้วนมากเห็นข้อได้ชัดเจนกว่าบัลบ ตามข้อมีใบเกล็ดบางๆมาห่อหุ้ม มีตางอกออกตามข้อเป็นใบสู่อากาศ หรือเป็นลำต้นใต้ดินต่อไป เช่น เผือก ซอหนกลิ้นฝรั่ง แห้วหนู



ภาพลำต้นแบบคอร์มของเผือก

ภาพลำต้นแบบคอร์มของแห้ว