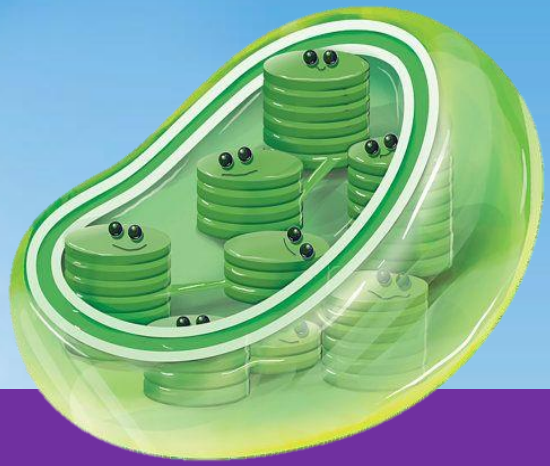
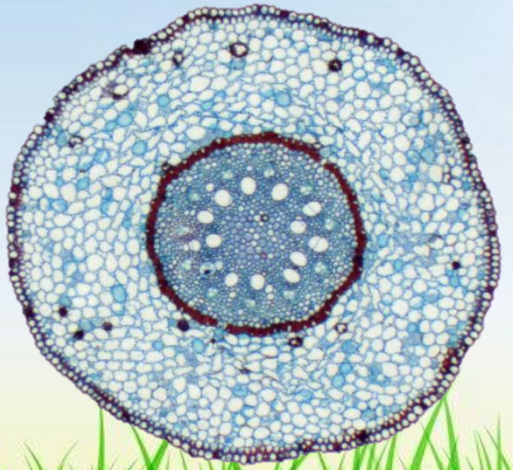
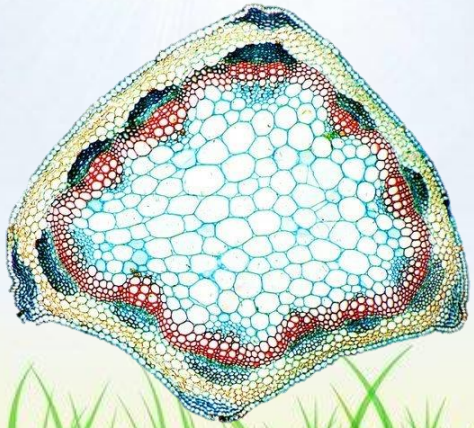
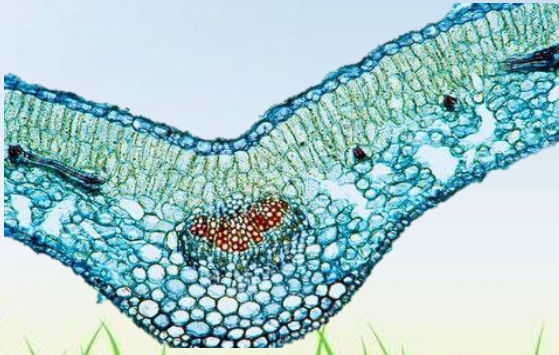


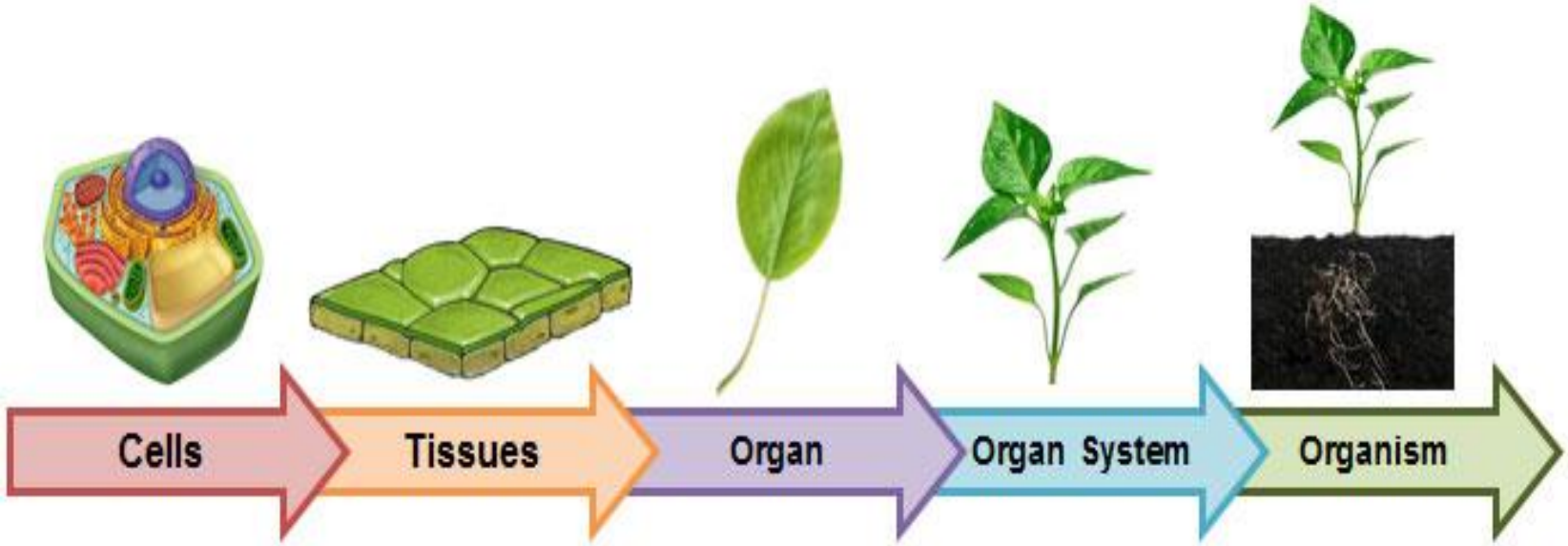
โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืช

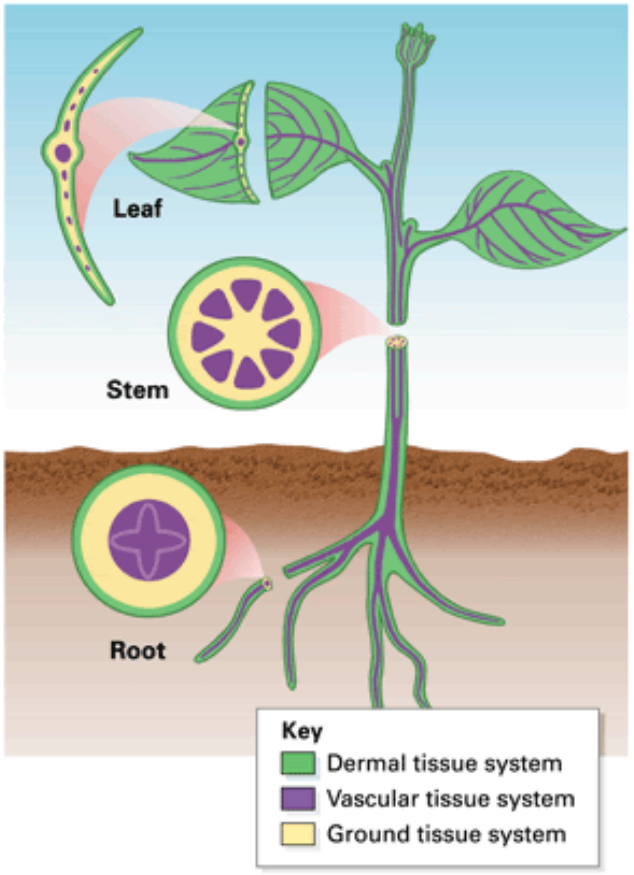




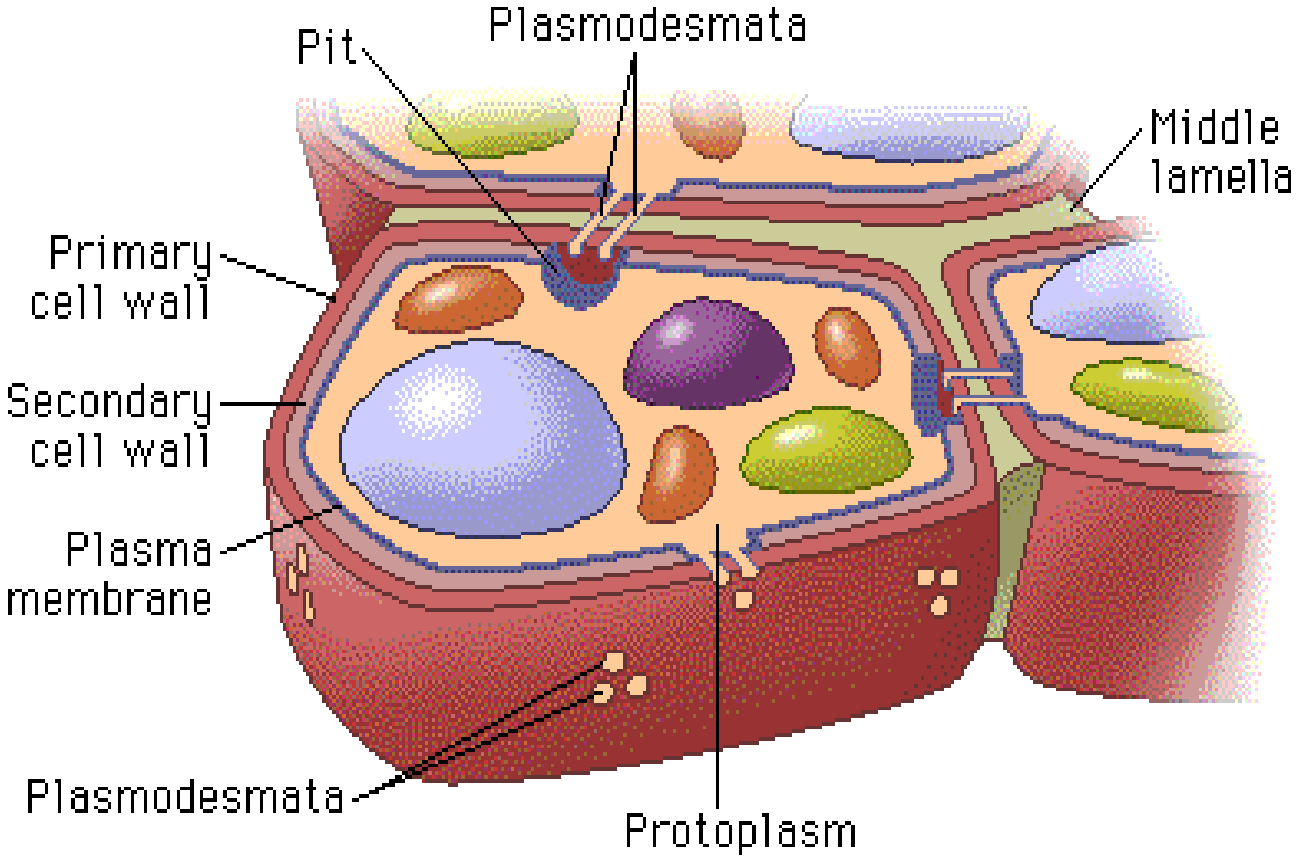


เนื้อเยื่อพืช

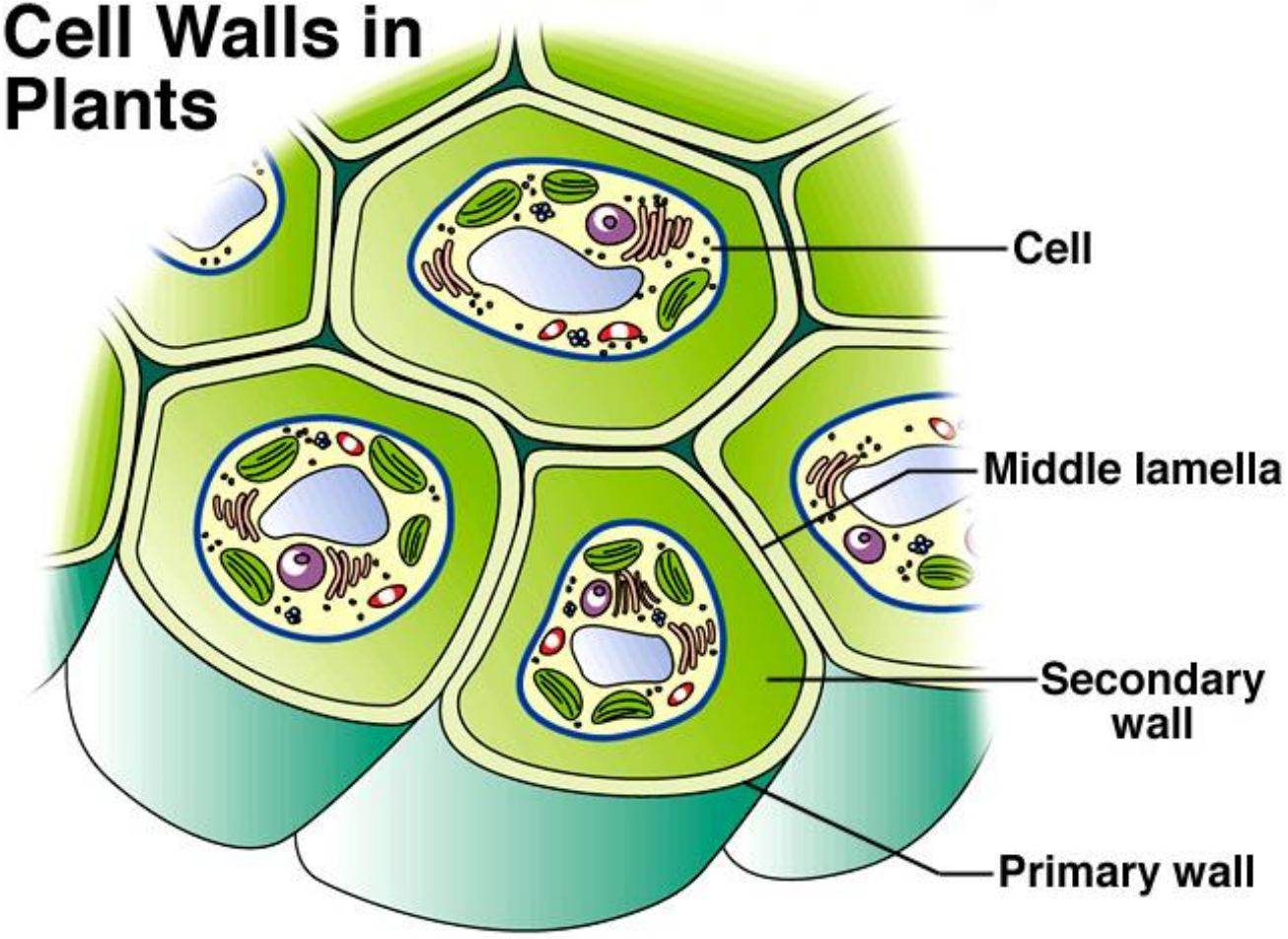




ผนังเซลล์ของพืชเป็นลักษณะร่วมกันของเซลล์พืชแต่ละชนิด โดยเซลล์พืชมีผนังเซลล์เป็นกรอบล้อมอยู่รอบนอกและให้ความแข็งแรงแก่โครงสร้างเซลล์พืช ผนังเซลล์ของเซลล์ ประกอบด้วย มิดเดิลลาเมลลา ผนังเซลล์ปฐมภูมิและผนังเซลล์ทุติยภูมิ โดยแต่ละส่วนมีลักษณะและความสำคัญที่แตกต่างกัน


Pit
Plasmodesmata
Middle lamella
Primary cell wall
Secondary cell wall
Plasma membrane
Plasmodesmata
Protoplasm

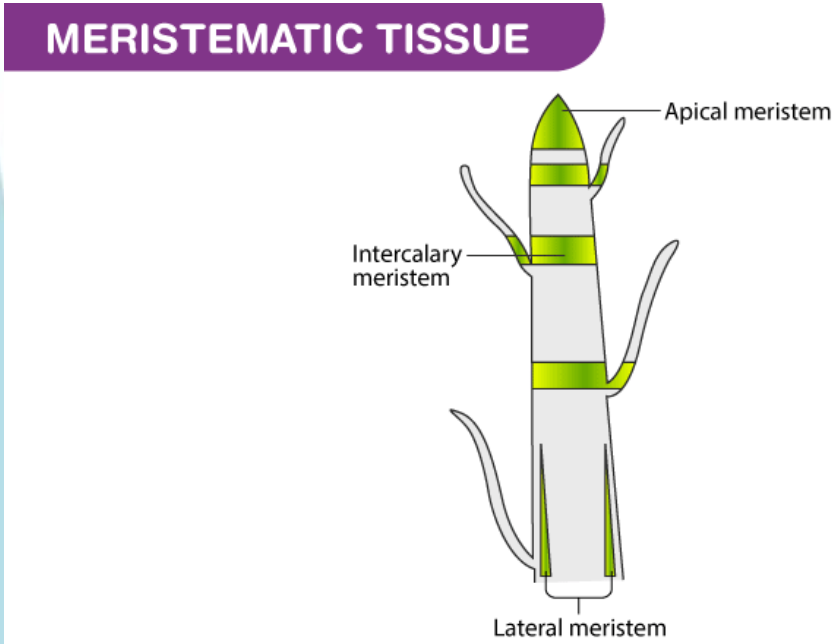
Cell Walls in Plants

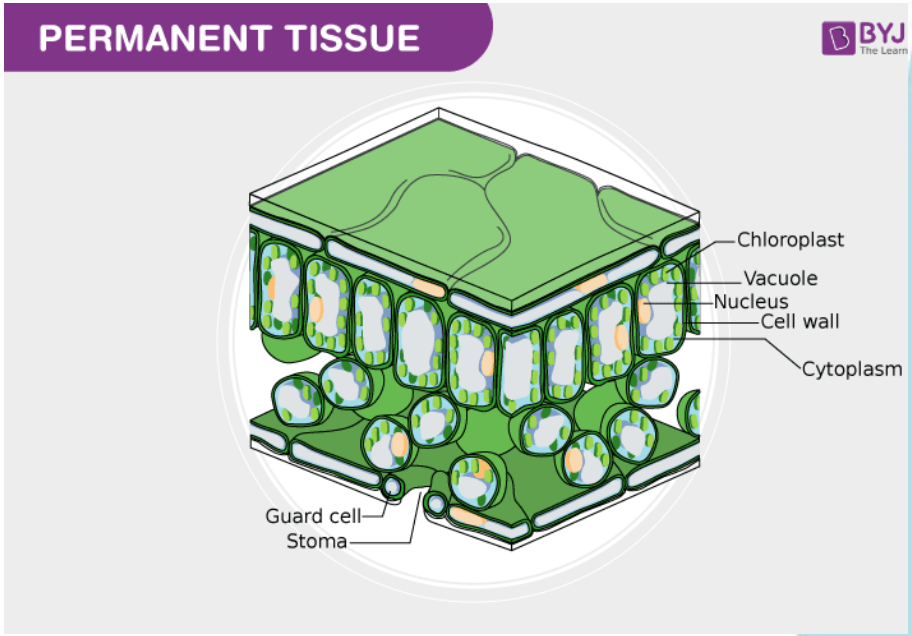


จำแนกเนื้อเยื่อพืช ตามการแบ่งเซลล์

แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

- เนื้อเยื่อเจริญ (meristematic tissue)
- เนื้อเยื่อถาวร (permanent tissue)





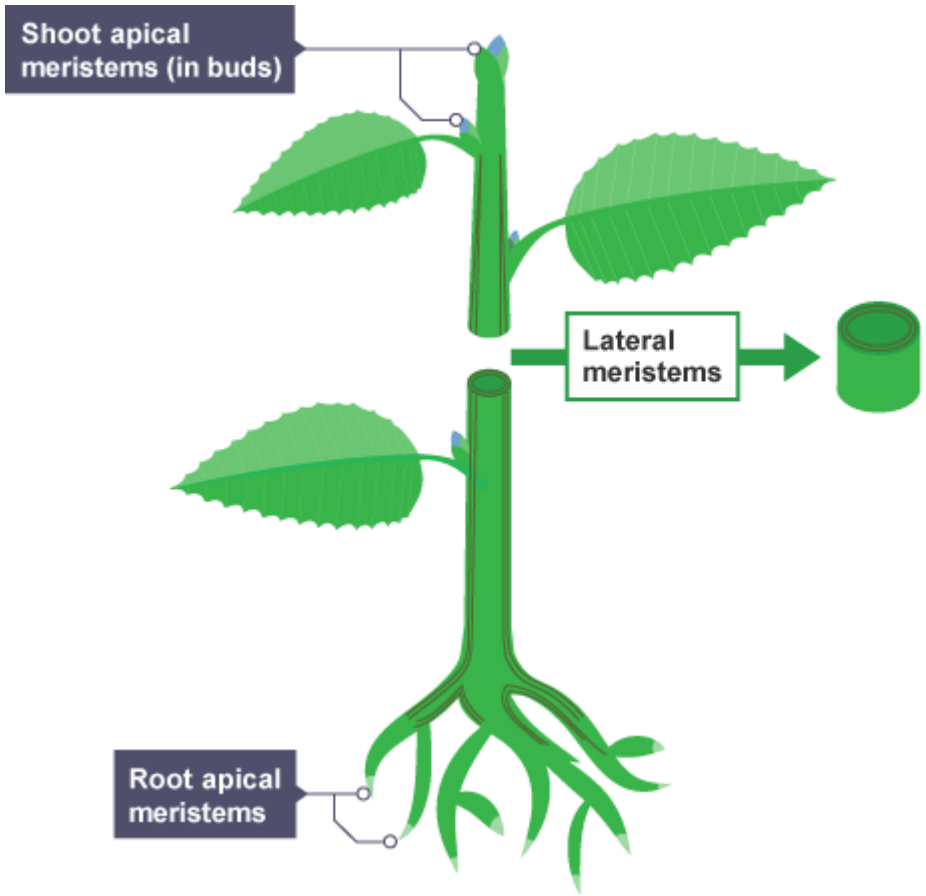
เนื้อเยื่อเจริญ (meristematic tissue)

เนื้อเยื่อเจริญประกอบด้วยเซลล์เจริญที่มีผนังเซลล์ปฐมภูมิบาง มีนิวเคลียสขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับขนาดของเซลล์ แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเพื่อเพิ่มจำนวนได้ตลอดชีวิตของเซลล์ และเซลล์ที่ได้จากการแบ่งส่วนหนึ่งจะเปลี่ยนแปลงเป็นเนื้อเยื่อถาวรเพื่อทำหน้าที่เฉพาะต่อไป

ลักษณะและชนิดของเนื้อเยื่อเจริญ

1. เป็นเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่
2. มีผนังเซลล์ (cell wall) บาง ซึ่งประกอบด้วยเซลลูโลสเป็นส่วนใหญ่
3. มีนิวเคลียสค่อนข้างใหญ่ มองเห็นได้ชัด แต่มีแวคิวโอล (vacuole) เล็กหรือไม่มีเลย
4. เซลล์อาจมีรูปร่างได้หลายแบบ แต่ส่วนมากค่อนข้างกลม หรือหลายเหลี่ยม
5. เซลล์จะอยู่กันอย่างเบียดเสียดจนไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ (intercellular space)
6. มีการแบ่งเซลล์ตลอดเวลาและยังรักษาลักษณะเดิมไว้ จนกว่าจะแปรสภาพไปเป็นเนื้อเยื่อถาวร

เนื้อเยื่อเจริญแบ่งตามตำแหน่งที่อยู่ได้เป็น 3 ประเภทได้แก่ เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง และเนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ



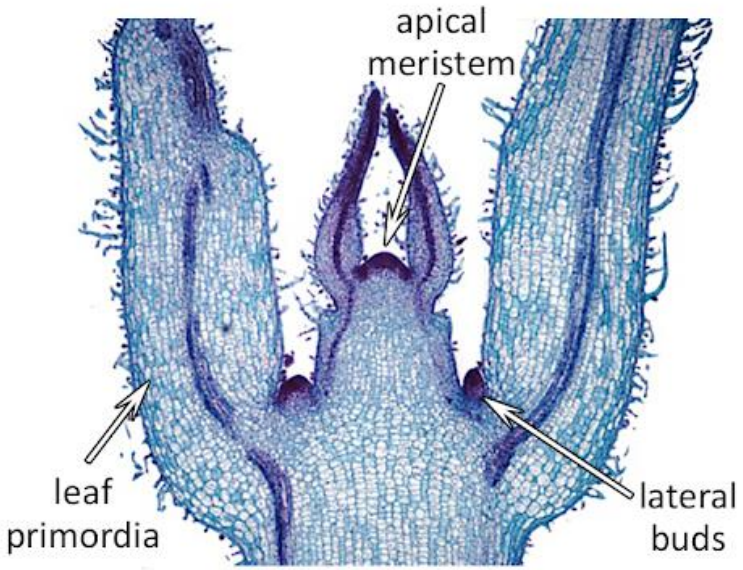
1. เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย (apical meristem)

- พบบริเวณปลายราก เรียกเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายราก (apical root meristem) เมื่อแบ่งเซลล์จะทำให้รากยาวขึ้น

- พบที่บริเวณปลายยอดเรียกว่า เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายยอด (apical shoot meristem)

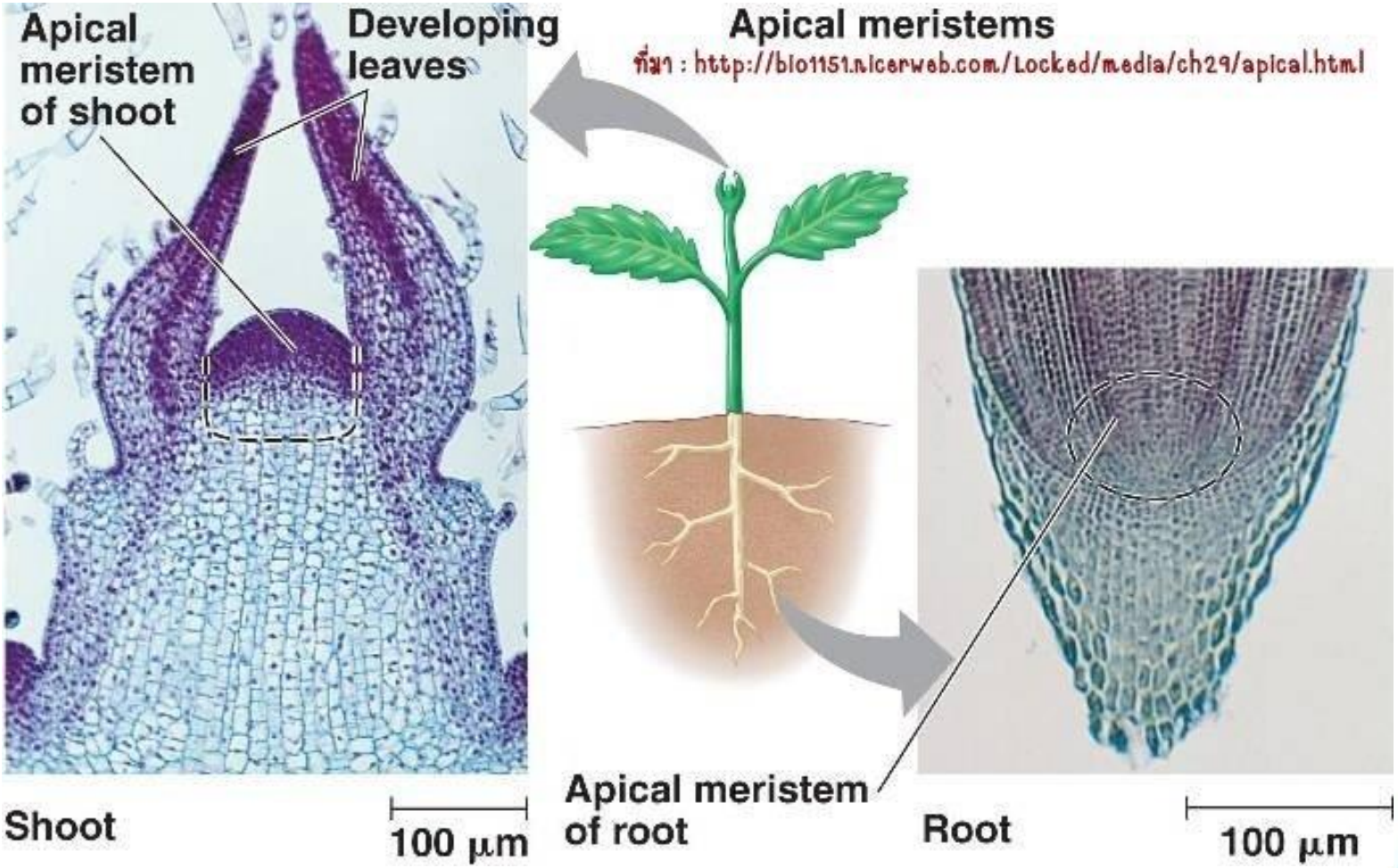
ทำให้พืชยืดยาว และสูงขึ้นตลอดอายุขัย

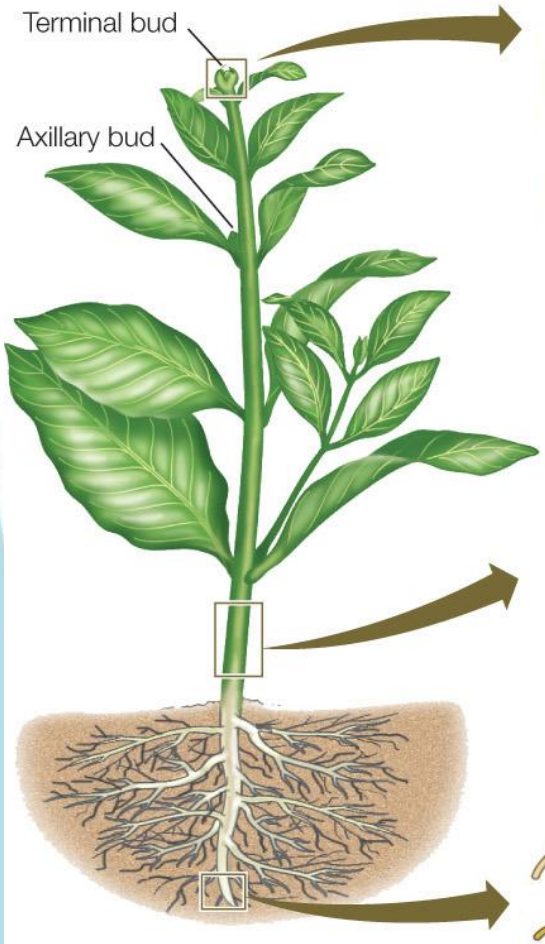
พบทั้งในพืชใบเลี้ยงคู่ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว



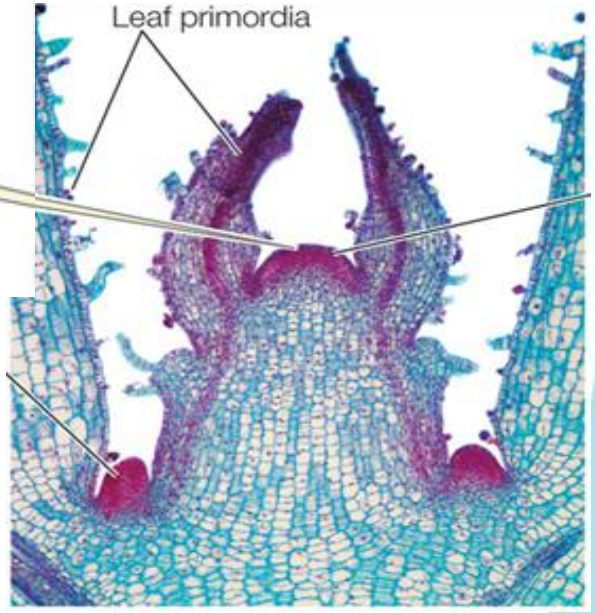
Apical meristems

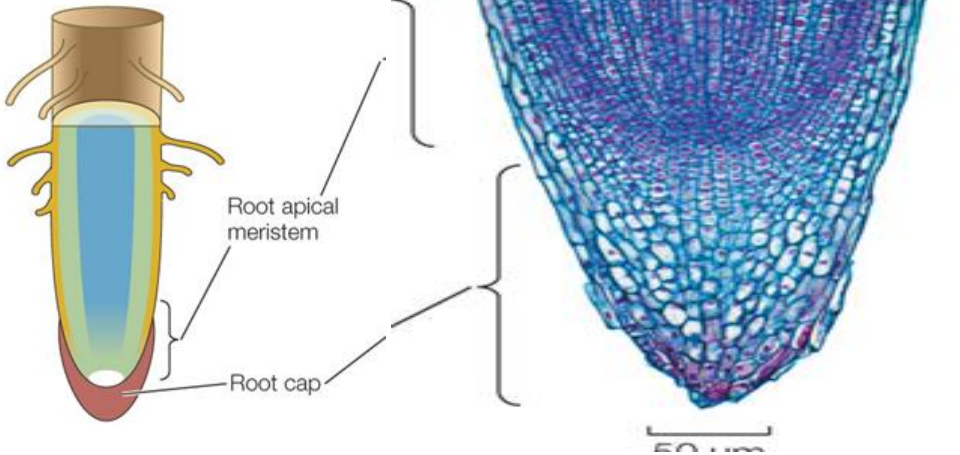
ที่มา : http://bio1151.nicerweb.com/Locked/media/ch29/apical.html





The **terminal bud** contains a shoot apical meristem.

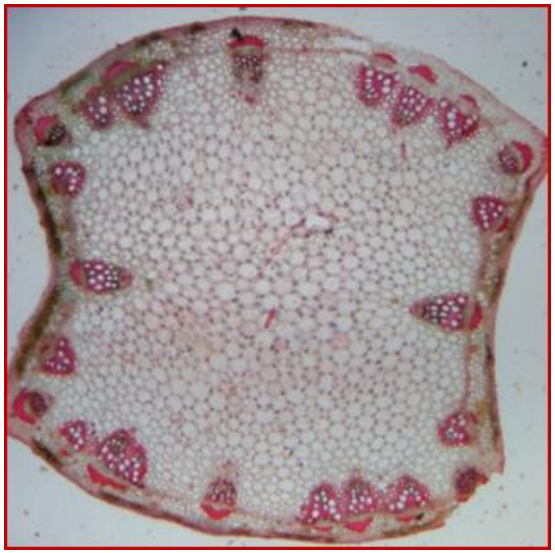


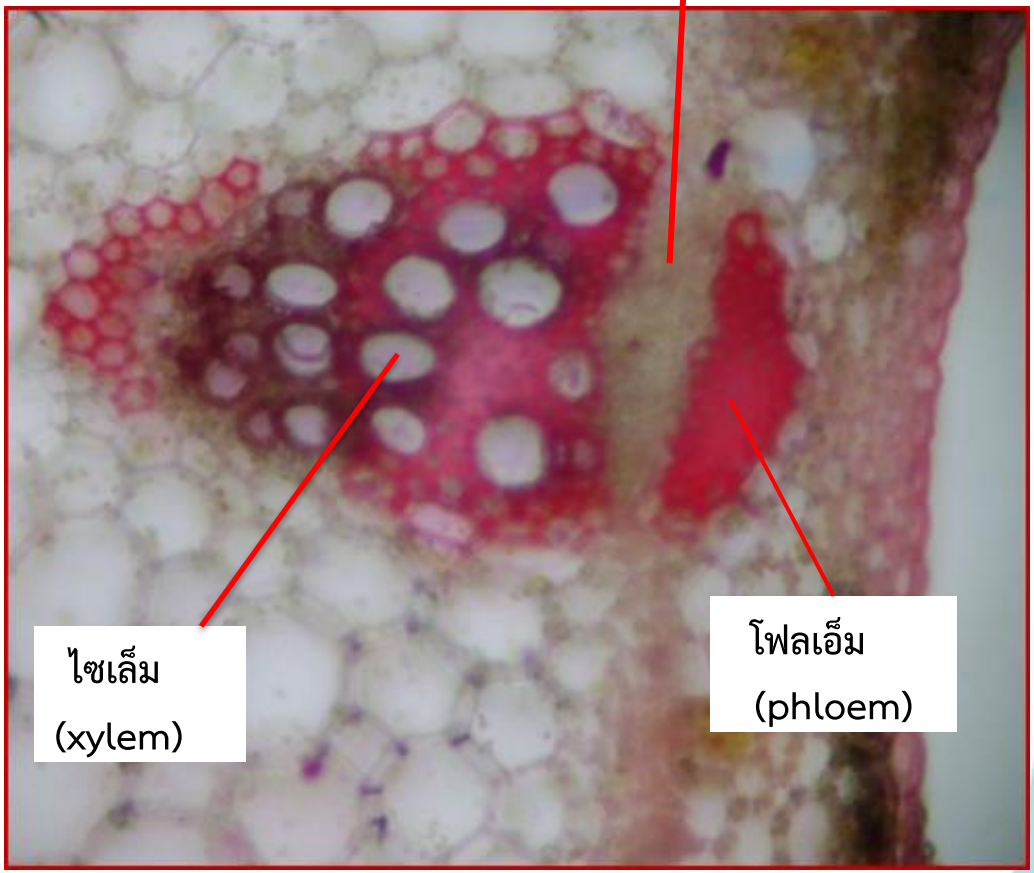


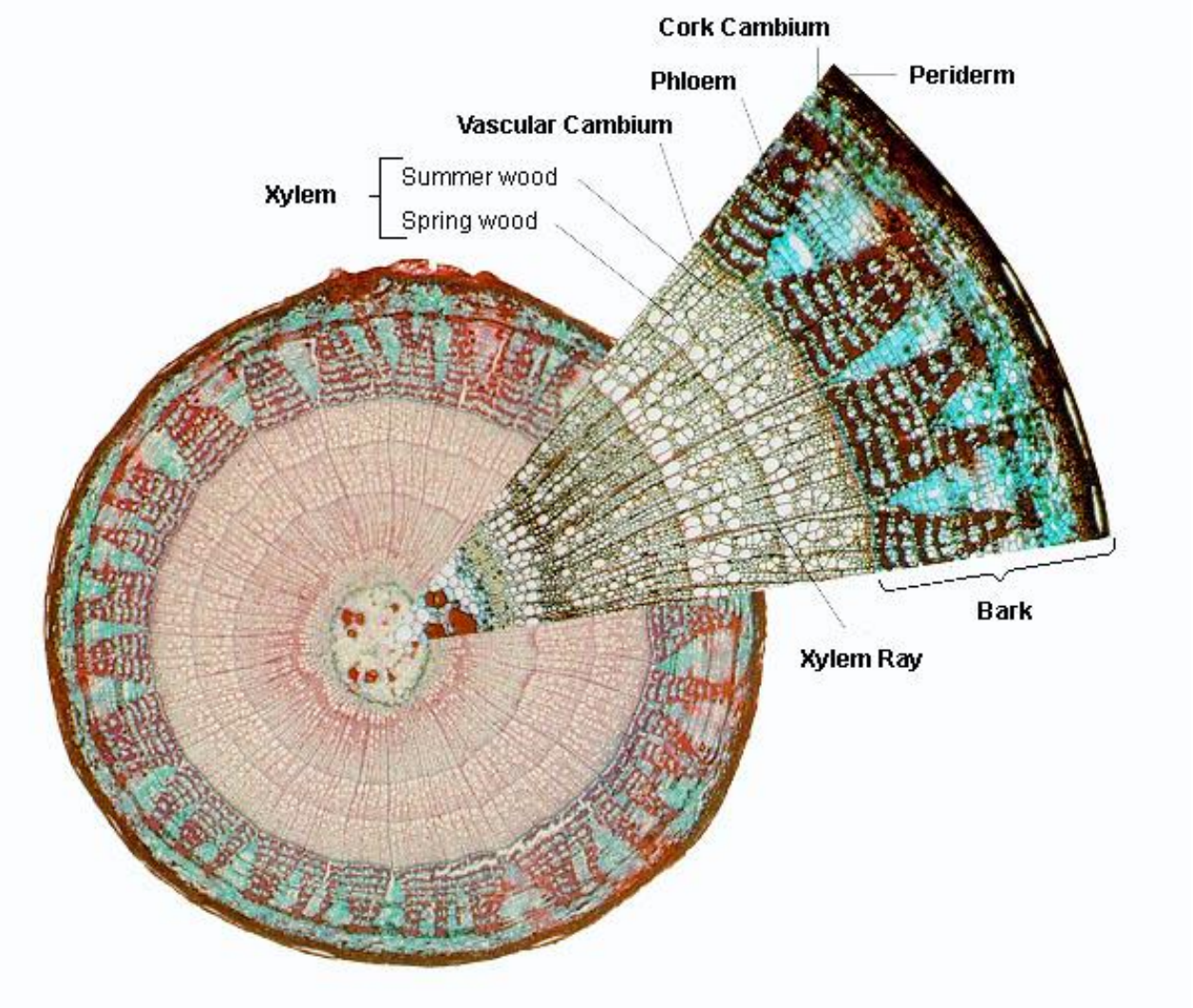
2. เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง (lateral meristem)

อยู่ในแนวขนานกับเส้นรอบวงมีการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนออกทางด้านข้างทำให้รากและลำต้นขยายขนาดใหญ่ขึ้น โดยการเติบโตที่เกิดจากการแบ่งเซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญด้านข้างจัดเป็นการเติบโตทุติยภูมิพบในรากและลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่ทั่วไปและพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด เนื้อเยื่อเจริญด้านข้างเรียกอีกอย่างว่า แคมเบียม แบ่งตามการทำหน้าที่ได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

- วาสคิวลาร์แคมเบียม มีหน้าที่แบ่งเซลล์ทำให้เกิดเนื้อเยื่อท่อลำเลียงเพิ่มขึ้นในการเติบโตทุติยภูมิ วาสคิวลาร์แคมเบียมพบอยู่ระหว่างเนื้อเยื่อท่อลำเลียงน้ำและท่อลำเลียงอาหาร
- คอร์กแคมเบียม มีหน้าที่แบ่งเซลล์ให้คอร์ก และเนื้อเยื่ออื่น ๆ เพื่อทำหน้าที่แทนเนื้อเยื่อผิวเดิมในการเติบโตทุติยภูมิในพืชบางชนิด



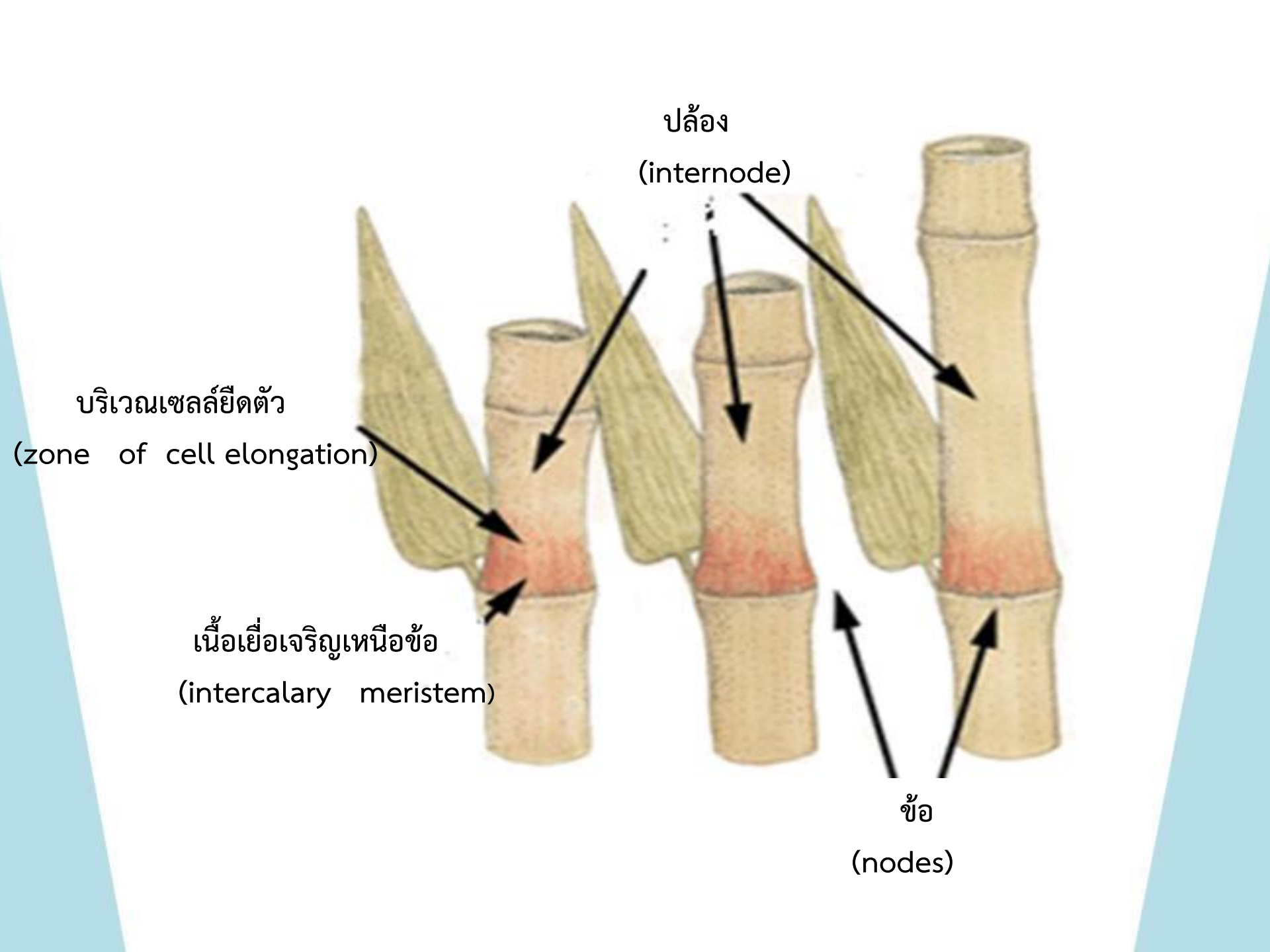

วาสคิวลาร์แคมเบียม
(vascular cambium)
ไซเล็ม
(xylem)
โฟลเอ็ม
(phloem)

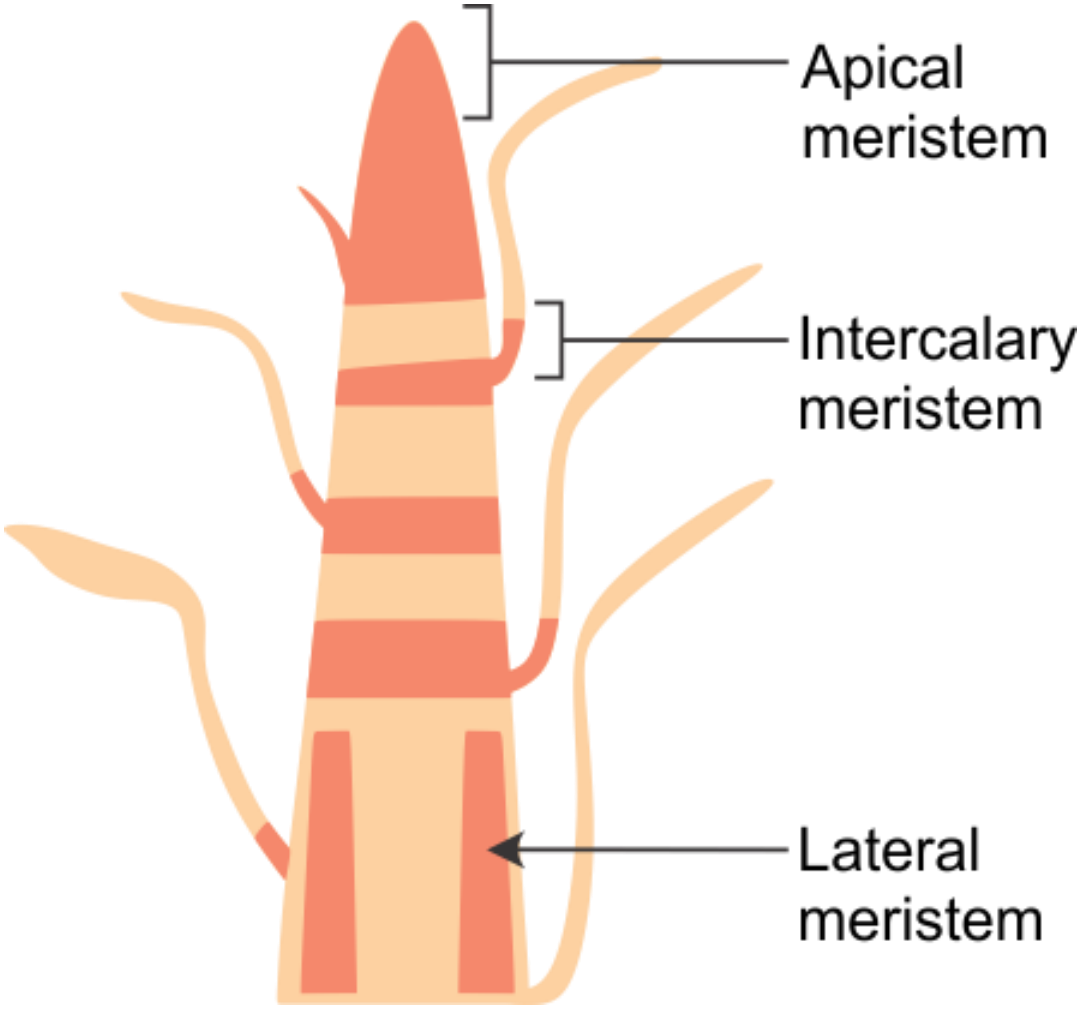

Cork Cambium
Periderm
Phloem
Vascular Cambium
Xylem
Summer wood
Spring wood
Bark
Xylem Ray

3. เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ (intercalary meristem)

- ข้อ (node) เป็นบริเวณของลำต้นที่มักนูนหรือพองโตกว่าส่วนอื่น ๆ ที่ติดกัน มีตา (bud) ติดอยู่ซึ่งอาจแตกเป็นกิ่ง ใบหรือดอก ปล้อง (internode) เป็นส่วนที่อยู่ระหว่างข้อ เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อพบบริเวณเหนือข้อล่าง หรือโคนของปล้องบนทำให้ปล้องยาวขึ้น

พบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวทั่วไป เช่น ไผ่ ข้าว ข้าวโพด อ้อย และหญ้า และพืชใบเลี้ยงคู่บางชนิด


ปล้อง
(internode)
บริเวณเซลล์ยืดตัว
(zone of cell elongation)
เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ
(intercalary meristem)
ข้อ
(nodes)


Apical meristem
Intercalary meristem
Lateral meristem

เนื้อเยื่อถาวร

เนื้อเยื่อถาวรเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญประกอบด้วยเซลล์ที่เจริญเต็มที่ มีรูปร่างคงที่ ทำหน้าที่ต่าง ๆ ตามลักษณะโครงสร้างของเซลล์ส่วนใหญ่จะไม่สามารถแบ่งเซลล์ได้อีกต่อไป

ลักษณะสำคัญของเนื้อเยื่อถาวร มีลักษณะ ดังนี้

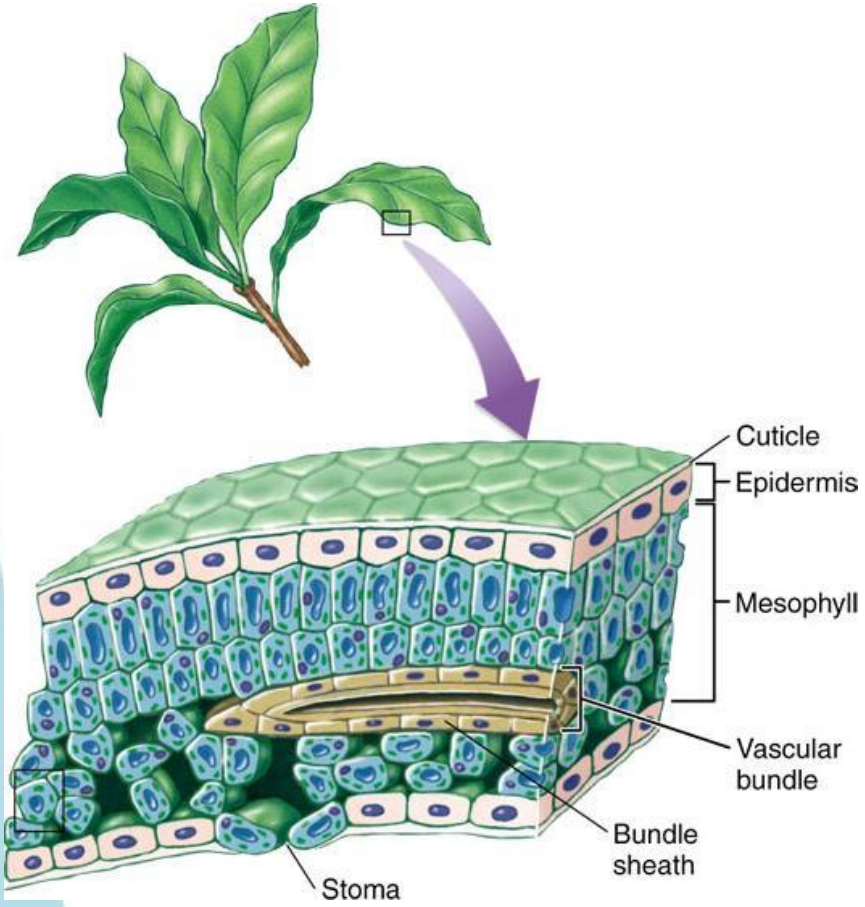
1. ไม่มีการแบ่งเซลล์
2. รูปร่างของเซลล์คงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
3. มีการสะสมสารบนผนังเซลล์มาก ก่อให้เกิดความแข็งแรง
4. มีแวคิวโอลขนาดใหญ่

เนื้อเยื่อถาวรแบ่งตามหน้าที่ได้ 3 ระบบ ได้แก่ ระบบเนื้อเยื่อผิว ระบบเนื้อเยื่อพื้น ระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง

1. ระบบเนื้อเยื่อผิว ได้แก่ เอพิเดอร์มิส และ เพริเดิร์ม
2. ระบบเนื้อเยื่อพื้น ได้แก่ พาเรงคิมา คลอเลงคิมา สเกลอเลงคิมา
3. ระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง ได้แก่ ไซเล็ม โฟลเอ็ม

1. ระบบเนื้อเยื่อผิว ได้แก่ เอพิเดอร์มิส และ เพริเดิร์ม

1.1 เอพิเดอร์มิส (epidermis)



- เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ที่ผิวนอกสุดของส่วนต่างๆ ของพืช
- เซลล์บางเรียงตัวเบียดกันแน่นเป็นแถวเดียว เซลล์มีรูปคล้ายกระสอบเล็กๆ

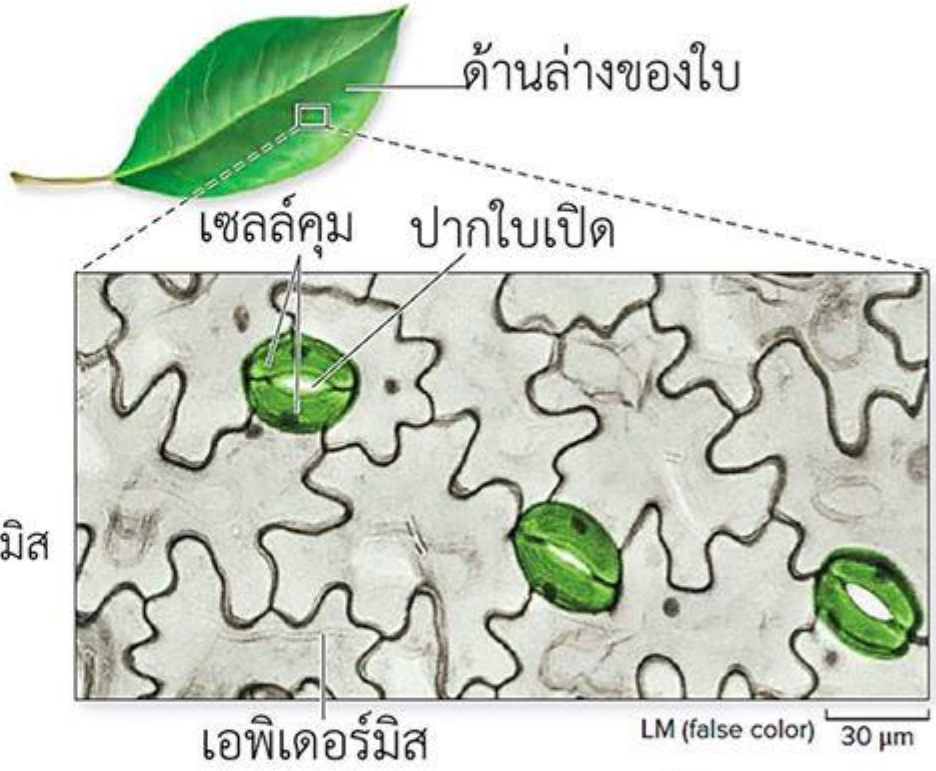
- เซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่แต่เมื่อแก่แล้วจะมีแวคิวโอลขนาดใหญ่ ส่วนมากไม่มีเม็ดคลอโรพลาสต์ ยกเว้น **เซลล์คุม (guard cell)** มีรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่วแดงอยู่เป็นคู่ประกบกันบริเวณกลางๆ ด้านที่ประกบกันไม่ได้เชื่อมติดกัน เกิดเป็นช่องเรียกว่า รูปาก**ใบ (stomatal pore)** ผนังเซลล์ปฐมภูมิบริเวณรอบรูปากใบจะหนากว่าบริเวณอื่น ภายในเซลล์คุมมีคลอโรพลาสต์ รวมเรียกเซลล์คุม และ รูปากใบว่า **ปากใบ (stoma)**

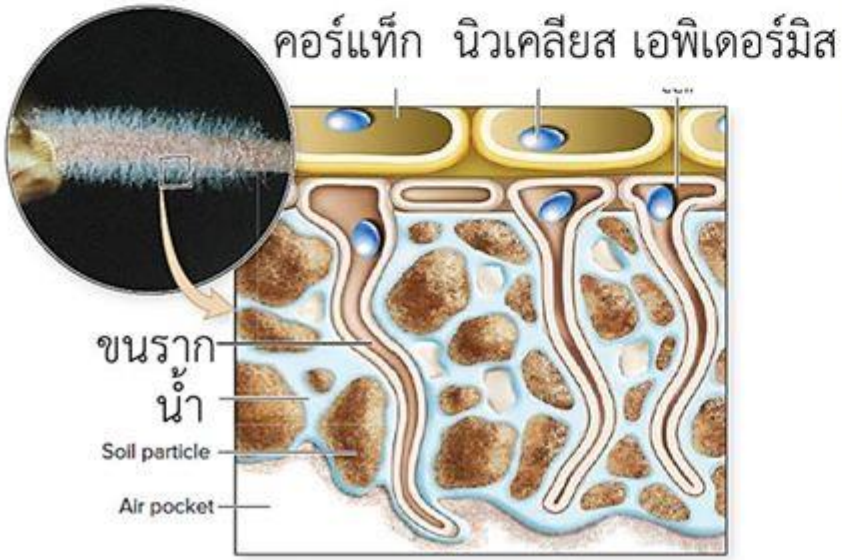
เนื้อเยื่อถาวร (Permanent tissue) (ต่อ)

เนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว (simple permanent tissue)

เอพิเดอร์มิส (epidermis)

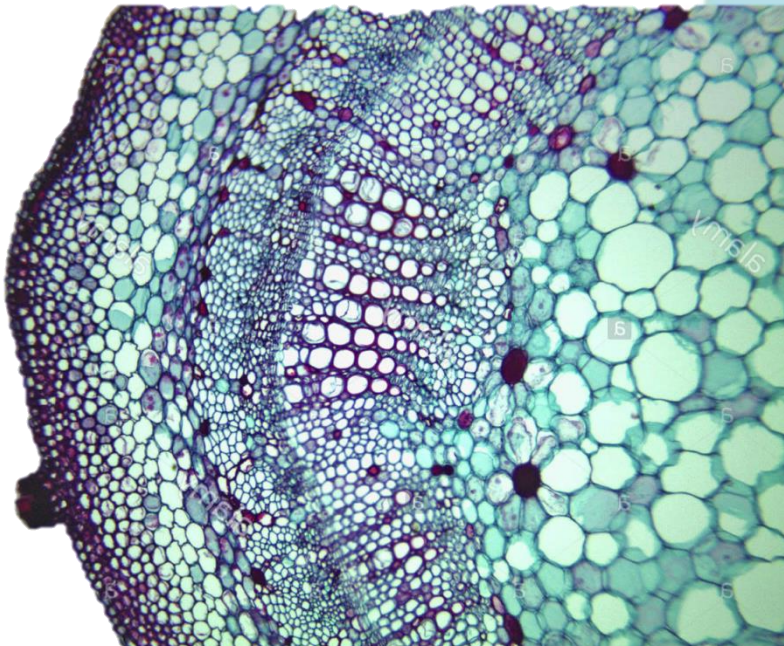
- อยู่ด้านนอกสุด เซลล์มักเรียงตัวชั้นเดียว
- เจริญเปลี่ยนแปลงไปเป็น ขน (trichome) ขนราก (root hair) เพื่อดูดซึมน้ำ และแร่ธาตุ หรือ ต่อม (gland) และเซลล์คุม (guard cell)



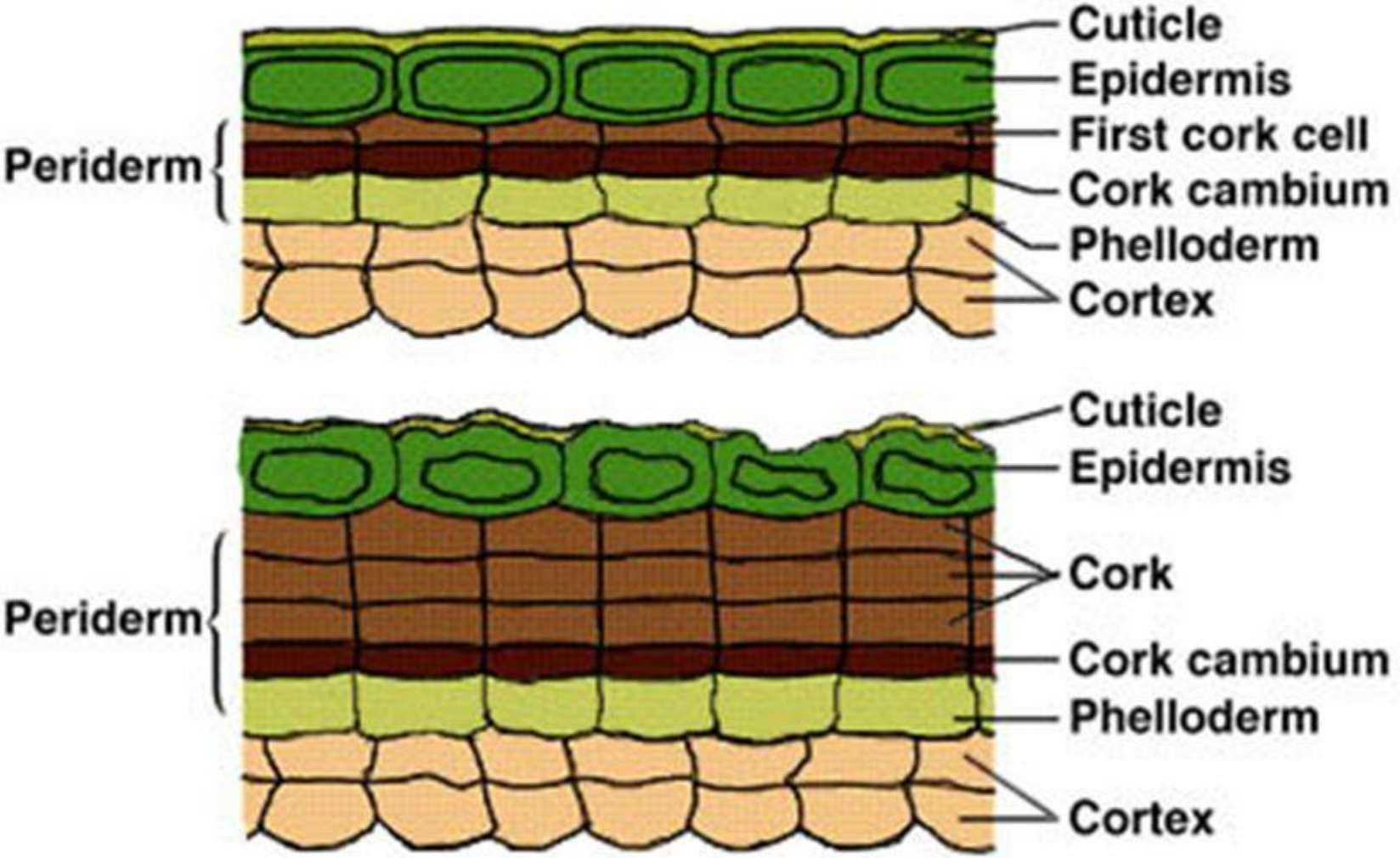


1.2 เพริเดิร์ม

พบในพืชที่มีอายุมากขึ้น เกิดจากการแบ่งตัวของเนื้อเยื่อบริเวณ เส้นรอบวงของรากและลำต้น คือ เนื้อเยื่อ คอร์กแคมเบียม หรือ เฟลโลเจน (phellogen) การแบ่งตัวของเนื้อเยื่อชนิดนี้ทำให้เอพิเดอร์มิสแตกออก เนื้อเยื่อที่มาแทนที่นี้เรียกว่าเพอริเดิร์ม ซึ่งจัดว่าเป็นการเจริญเติบโตทุติยภูมิ(secondary growth) ทำให้ลำต้นและรากขยายขนาด



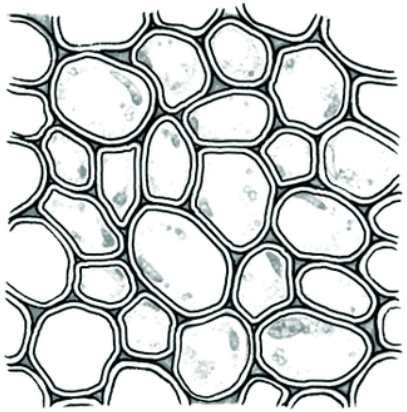
Development of Periderm



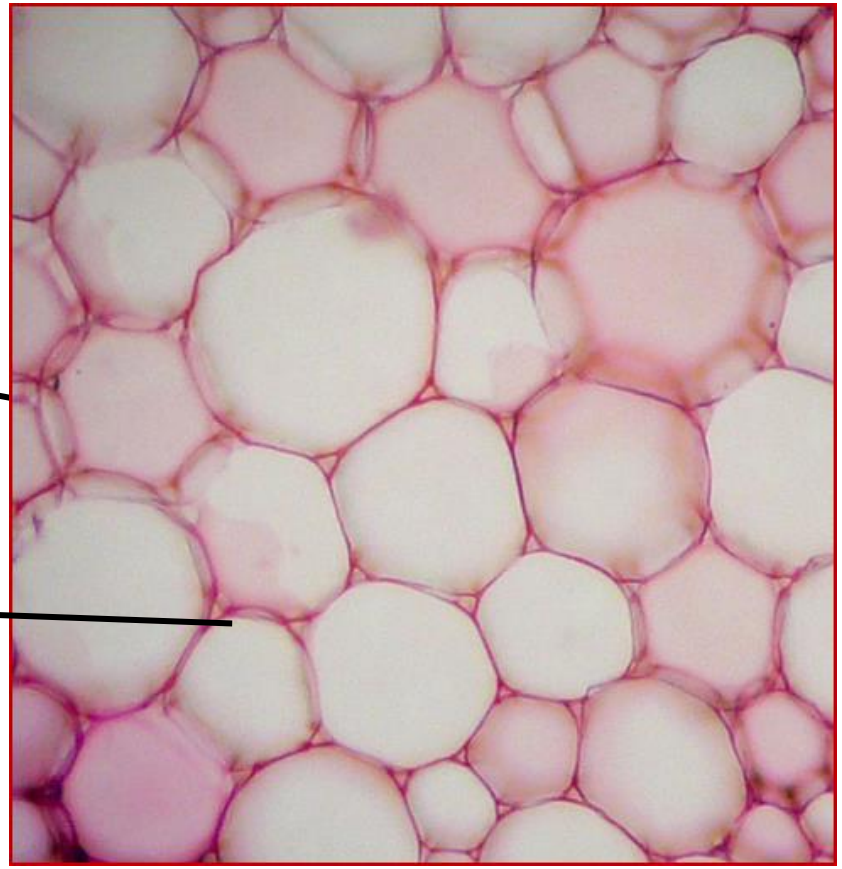
2. ระบบเนื้อเยื่อพื้น ได้แก่ พาเรงคิมา คลอเลงคิมา สเกลอเลงคิมา

2.1 พาเรงคิมา (parenchyma)

- เป็นเซลล์พื้นฐานพบทุกส่วนของพืช
- เซลล์มีลักษณะทรงกลมหรือทรงรี มีผนังเซลล์บาง (เซลลูโลส) แวคิวโอลขนาดใหญ่ เซลล์ที่มีชีวิตอยู่
- ถ้าเซลล์ชนิดนี้มีเม็ดคลอโรพลาสต์อยู่ด้วย เรียกว่า **คลอเรงคิมา** (chlorenchyma) จึงสังเคราะห์ด้วยแสงได้
- ช่องว่างที่เกิดจากการเรียงตัวกันของเซลล์พาเรงคิมา เรียก **แอเรงคิมา aerenchyma หรือ intercellular space**



Parenchyma



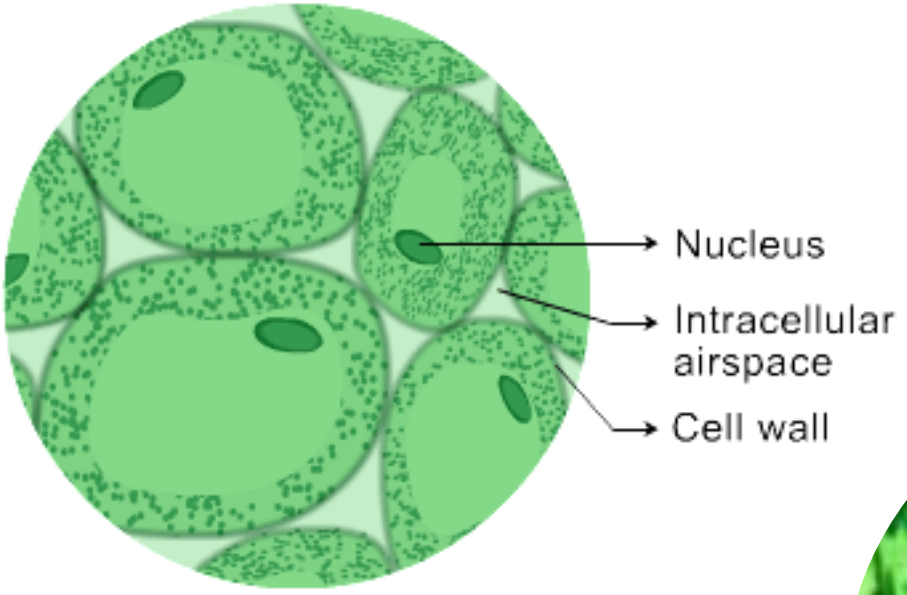
ช่องว่างระหว่างเซลล์

(intercellular space)

พาเรงคิมา

(parenchyma)

Parenchyma Tissue



หน้าที่

1) สะสมอาหารพวกแป้ง โปรตีน ไขมัน และน้ำ

2) ในพืชบางชนิดจะเปลี่ยนไปเป็นต่อมสร้างกลิ่น ของเหลวและช่วยในการหายใจ

3) เป็นส่วนประกอบของท่อลำเลียงน้ำ (xylem) และ ท่อลำเลียงอาหาร (phloem)

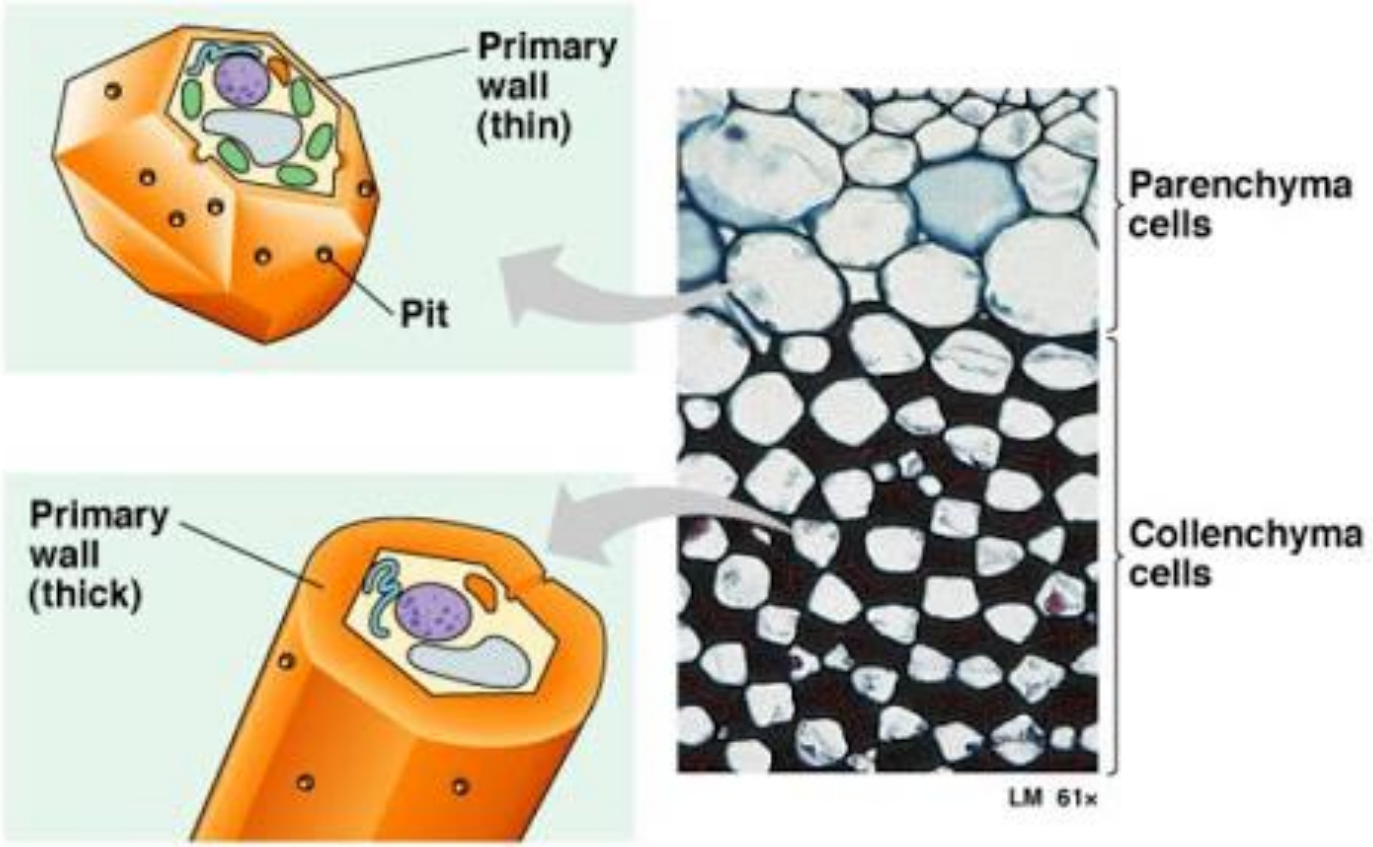
2.2 คลอเลงคิมา (collenchyma)

-เป็นเซลล์ที่พบทุกส่วนของพืชทั้งที่อ่อนและส่วนที่แก่ บริเวณชั้นในคอร์เทกซ์ ก้านใบ และเส้นกลางใบ

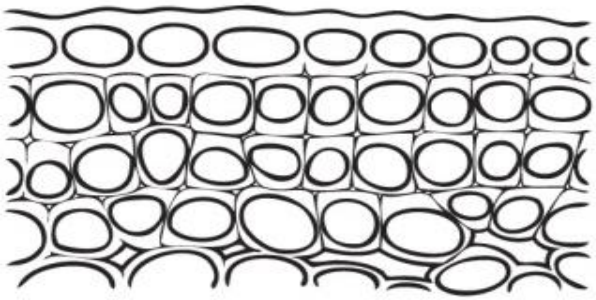
- เป็นเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่
- รูปร่างสี่เหลี่ยมแต่ยาวมาก ขนาดของเซลล์เล็ก
- ผนังเซลล์ประกอบด้วยเซลลูโลสกับ**สารเพกติน (pectin)** สะสมอยู่เป็นบางแห่งไม่สม่ำเสมอ จึงทำให้เซลล์แข็งแรง
- แวคิวโอลมีขนาดใหญ่ดันให้ไซโทพลาซึมอยู่ชิดขอบเซลล์และยังคงเป็นเซลล์ที่มีนิวเคลียส

หน้าที่

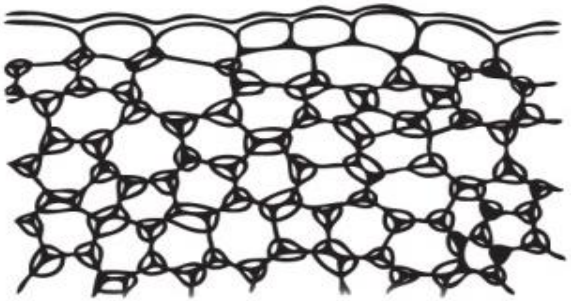
ช่วยให้ส่วนต่างๆ ของพืชมีความเหนียว ยืดหยุ่นได้ดี และยังช่วยป้องกันแรงเสียดทานอีกด้วย



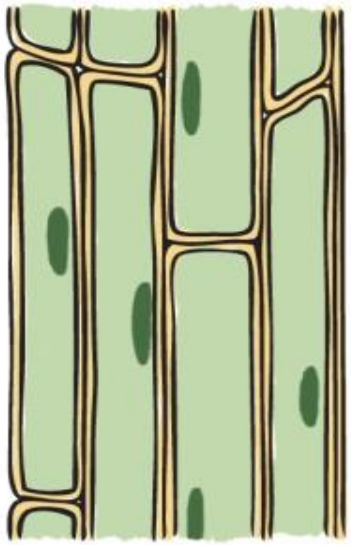
collenchyma

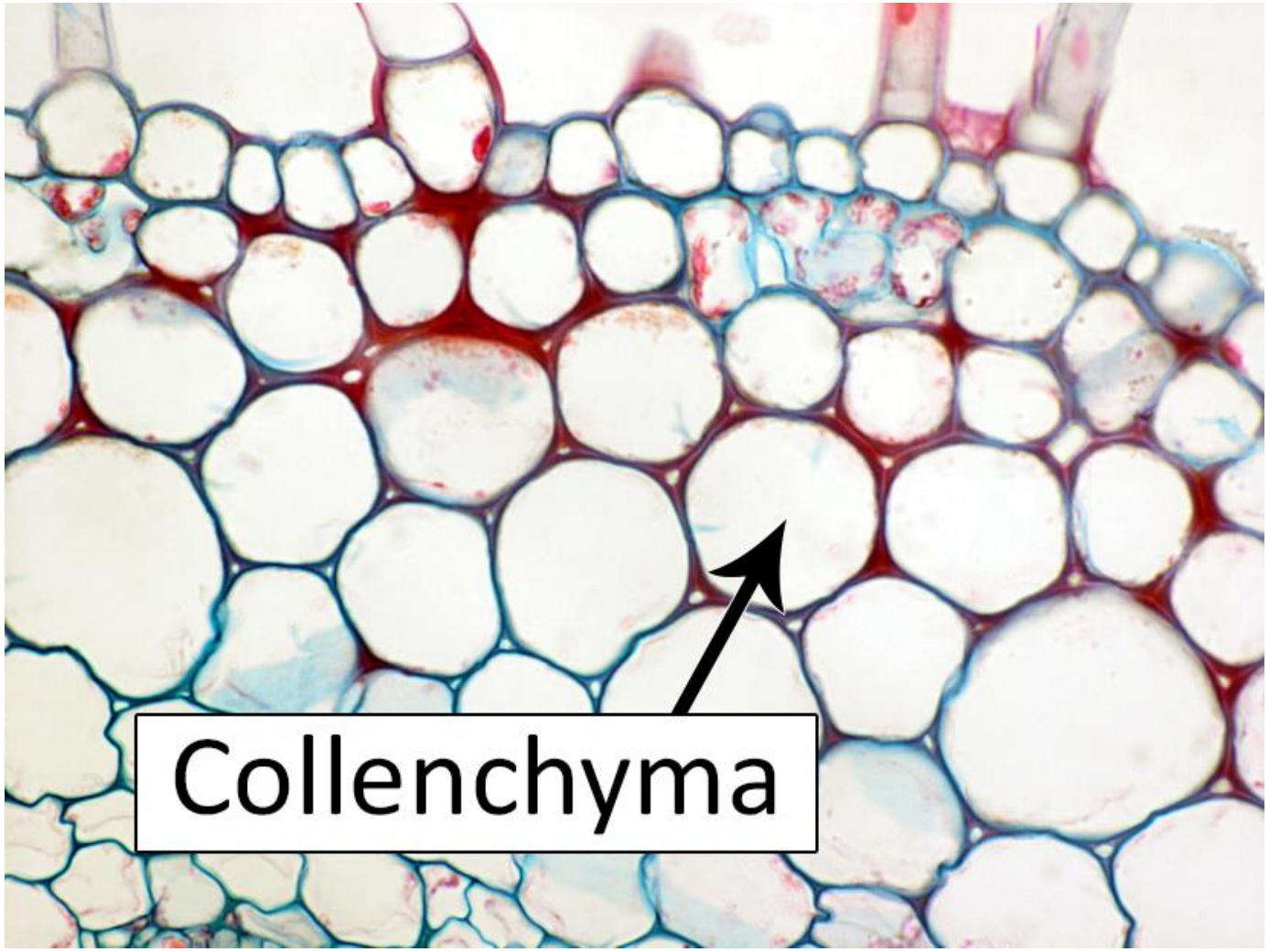


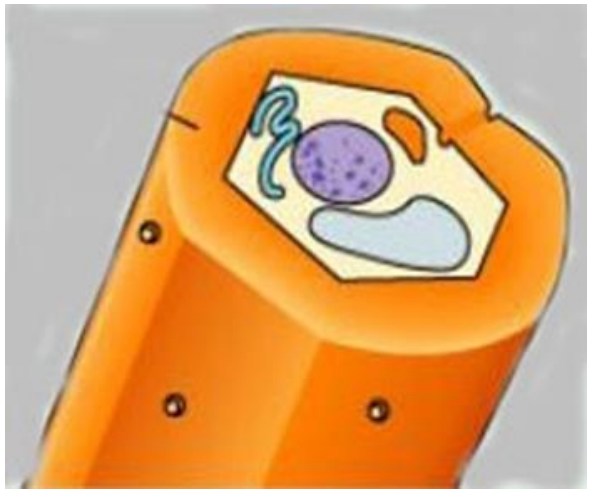
lamellar

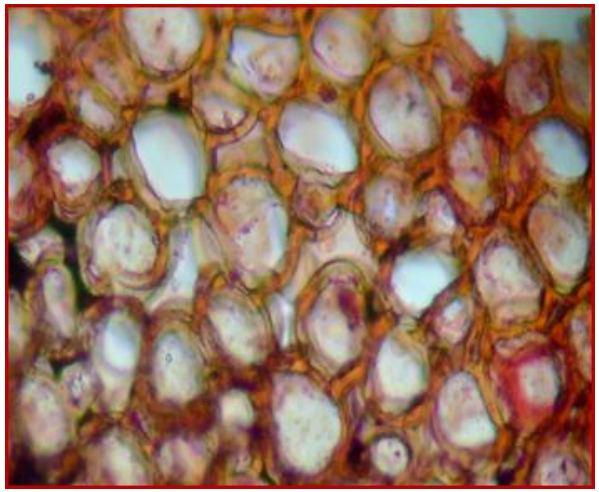


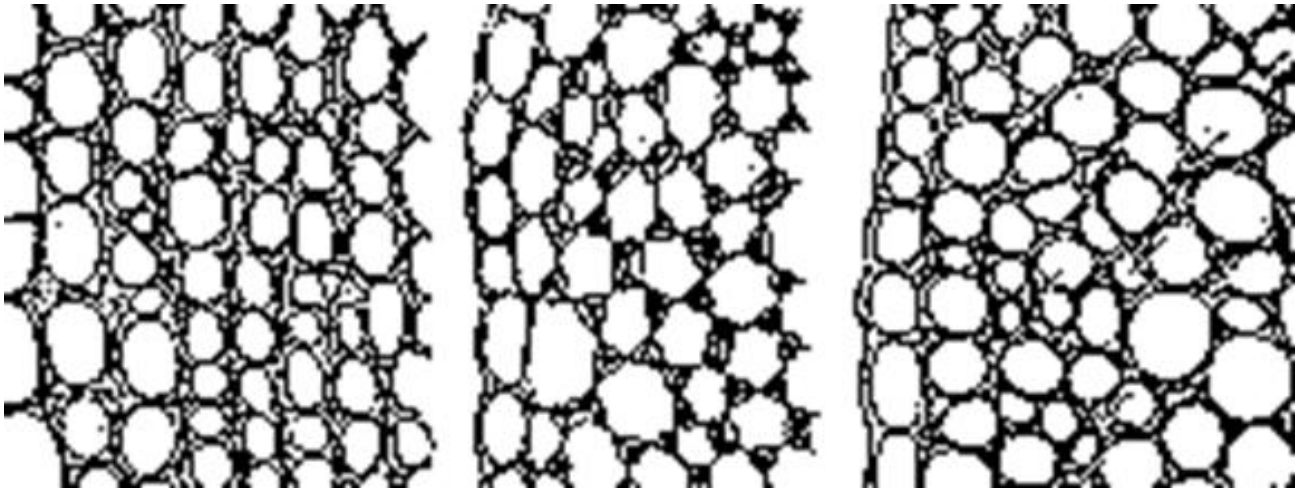
angular

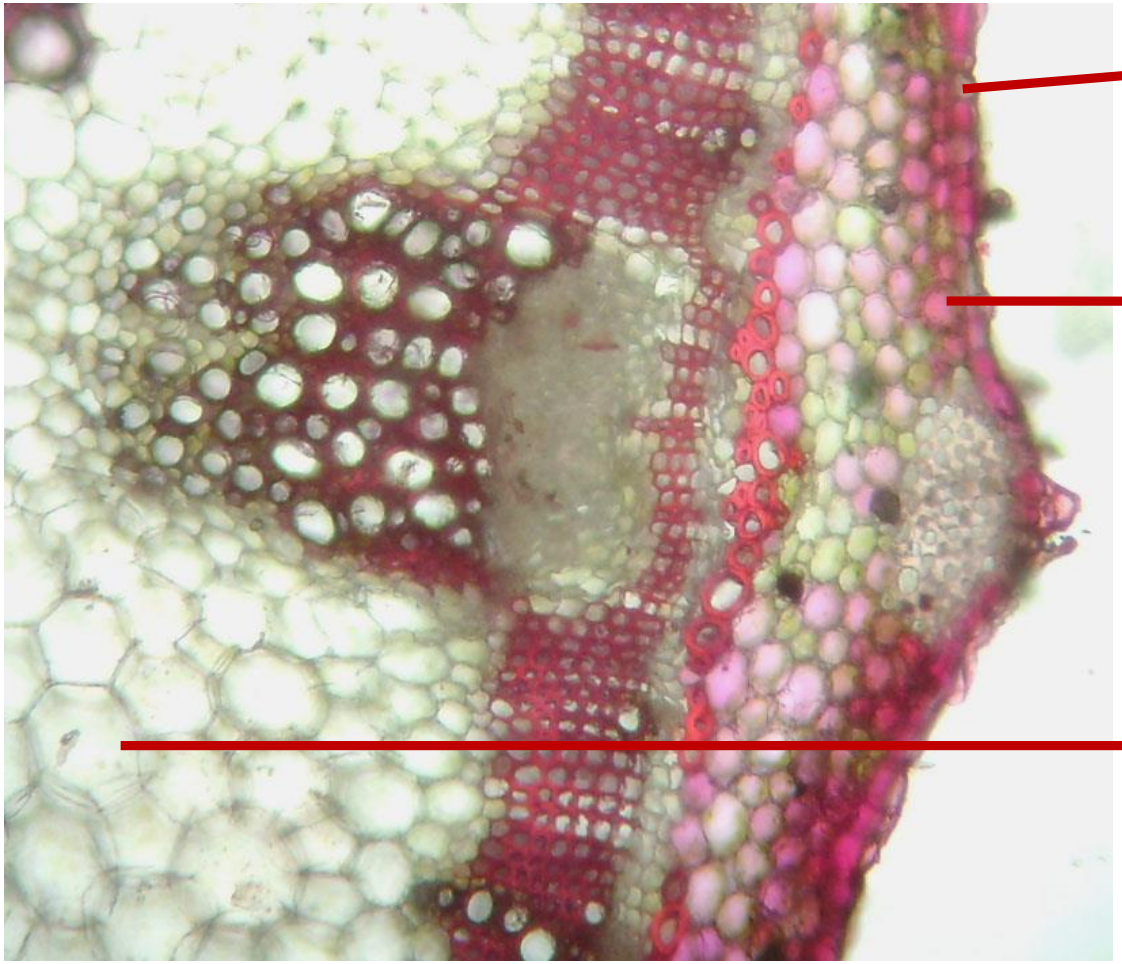



Collenchyma

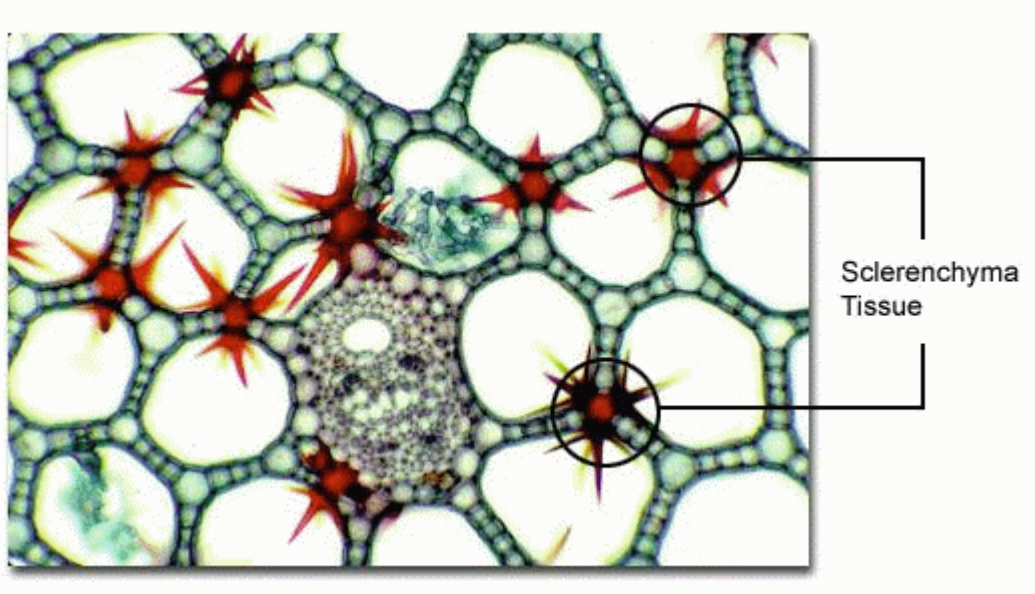






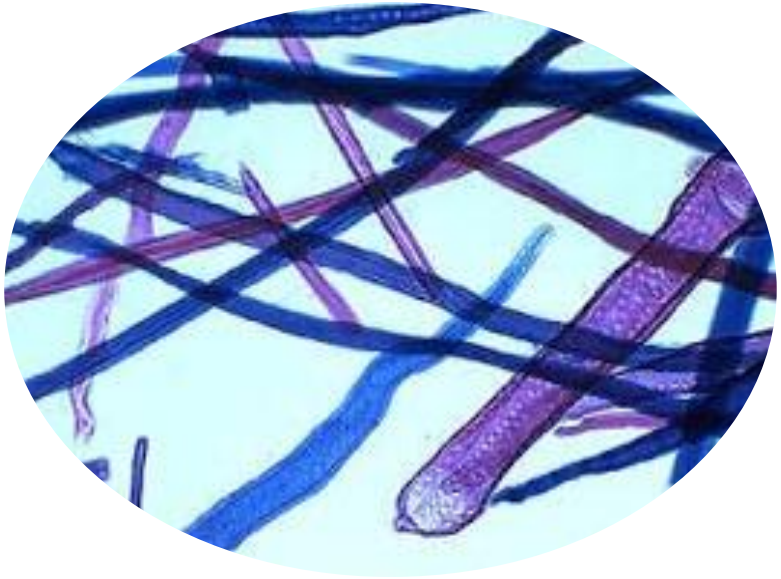

เอพิเดอร์มิส
(epidermis)
คลอเลงคิมา
(collenchyma)
พาเรงคิมา
(parenchyma)

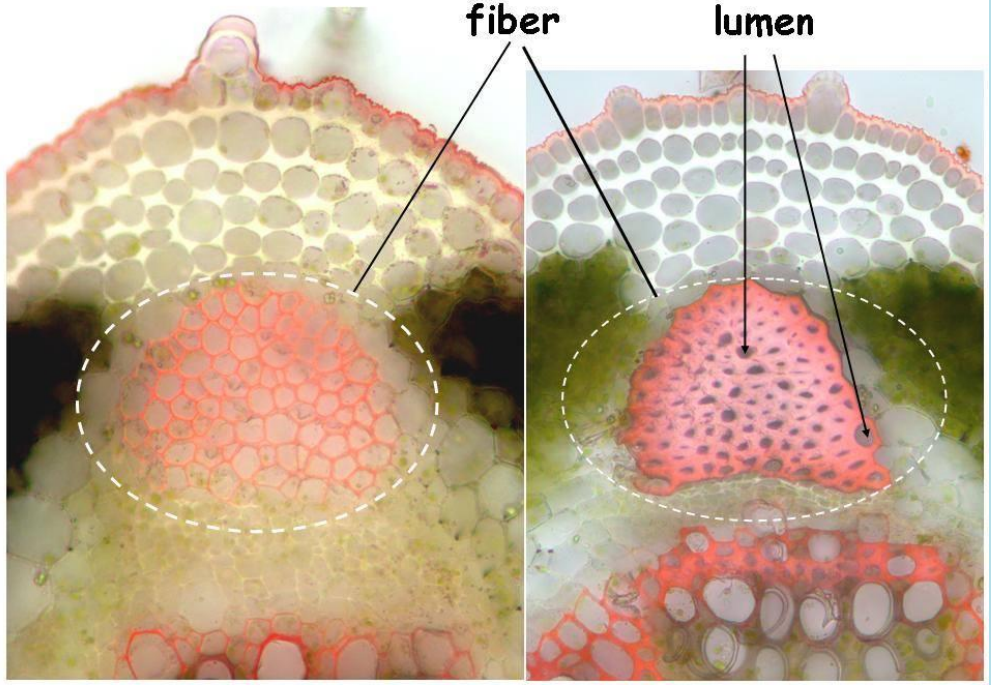
2.3 สเกลอเลงคิมา (sclerenchyma) แบ่งตามรูปร่างออกเป็น 2 ชนิด



1. ไฟเบอร์ (fiber)

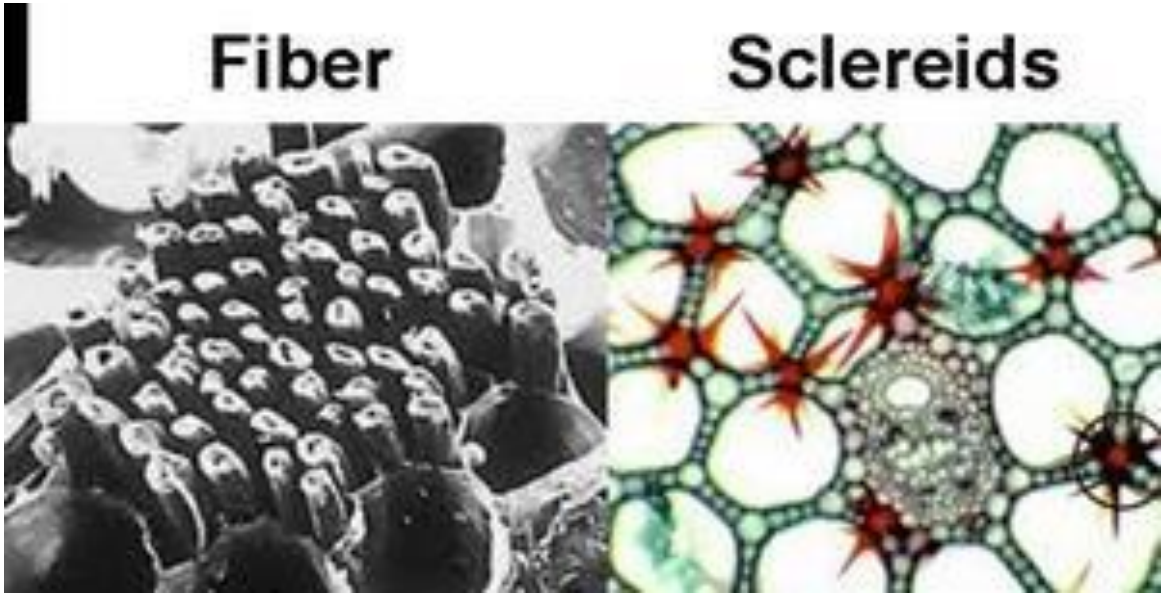
- เป็นเซลล์ที่มีลักษณะเรียวยาวคล้ายเส้นด้าย มีความเหนียวและยืดหยุ่นได้ดีมาก จึงช่วยเสริมความแข็งแรง พยุงลำต้น กิ่งก้าน ให้คงรูปอยู่
- ประโยชน์ในการนำมาทอถักเป็นเชือก เครื่องนุ่งห่ม และ ช่วยในการขับถ่ายของคนได้ดี

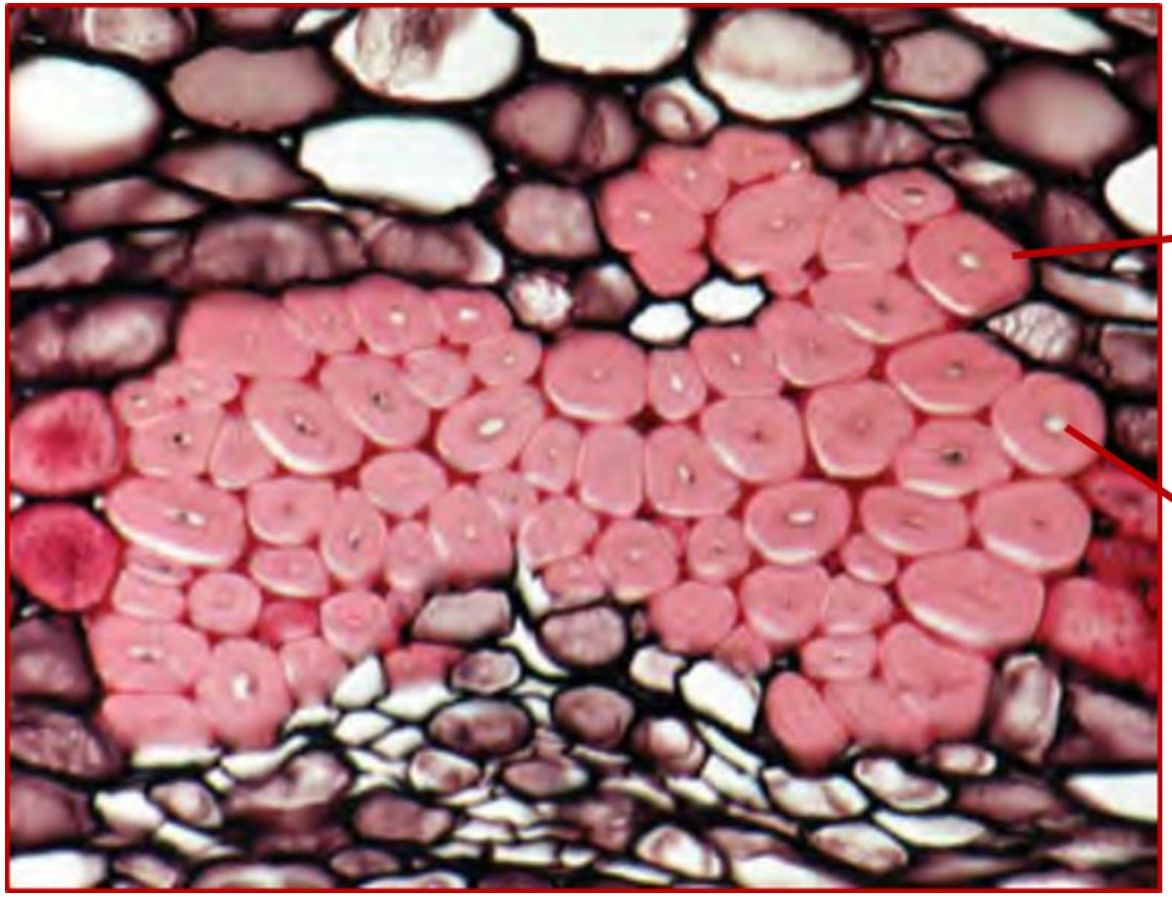



fiber
lumen

2) สเกลอรีด (sclereid) หรือเซลล์หิน (stone cell)

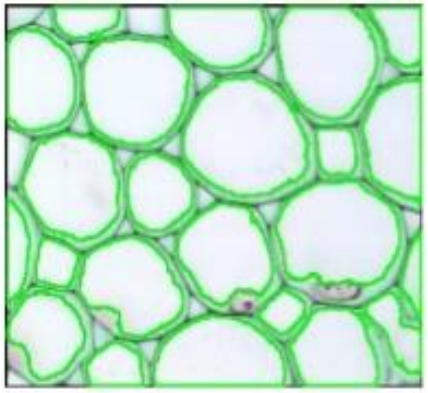
- มีหลายรูปร่าง เช่น รูปหลายเหลี่ยม รูปดาว เป็นต้น
- เป็นเซลล์ที่ตายแล้วมีสารพวกเพกติน (pectin) และลิกนิน (lignin) มาสะสมอยู่มาก จึงแข็งและเหนียว
- พบมากตามส่วนของพืช เช่นเปลือกหุ้มเมล็ดของพวกพุทรา มะยม กะลามะพร้าว และก้านบัว



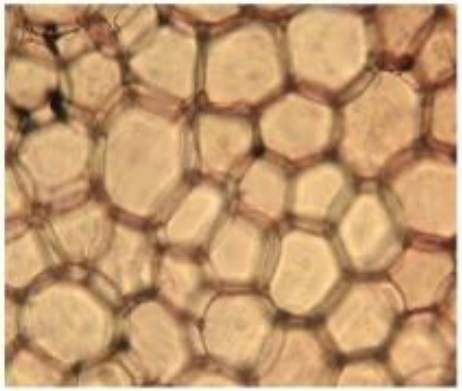

สเกลอรีด
(sclereid)
ลูเมน
(lumen)

สเกลอรีด
(sclereid

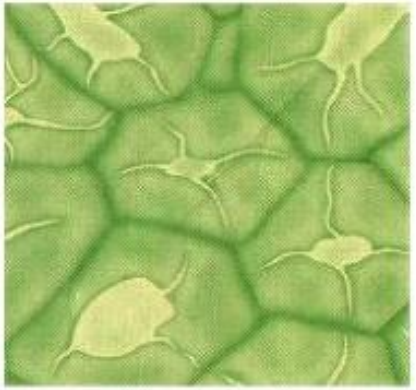
Parenchyma

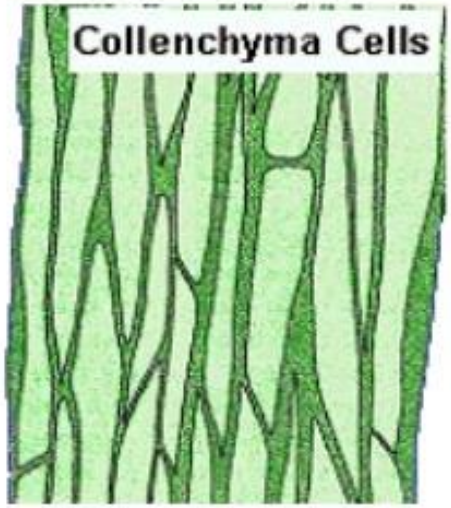


Collenchyma



Sclerenchyma

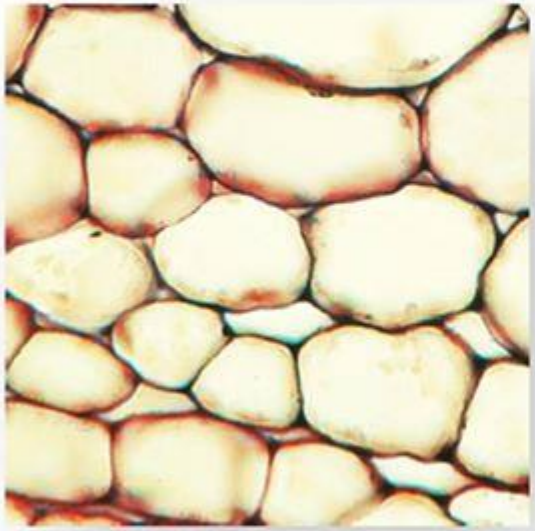




เนื้อเยื่อถาวร (Permanent tissue) (ต่อ)

เปรียบเทียบความแตกต่าง

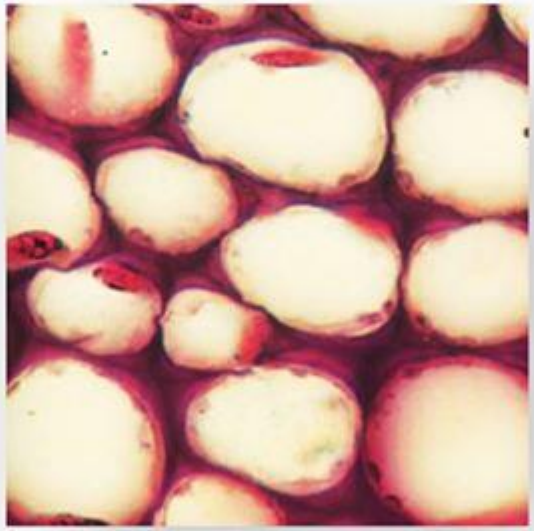
เนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว (simple permanent tissue) (ต่อ)



100×

a. Parenchyma cells

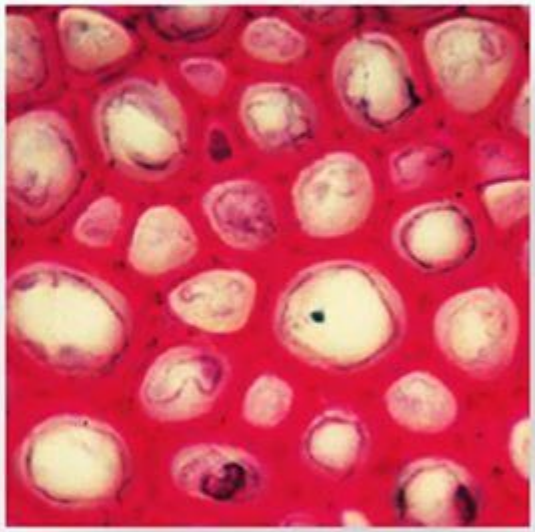
พาเรงคิมา



340×

b. Collenchyma cells

คอลเลงคิมา



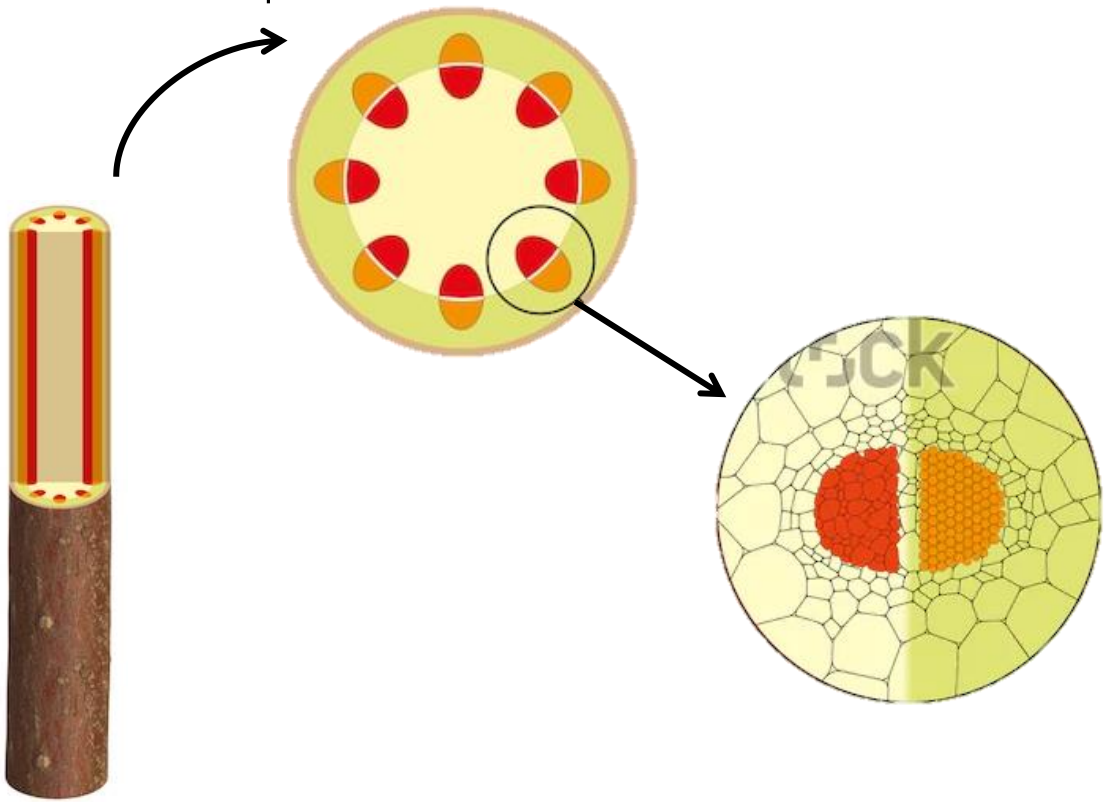
340×

c. Sclerenchyma cells

สเกลอเรงคิมา

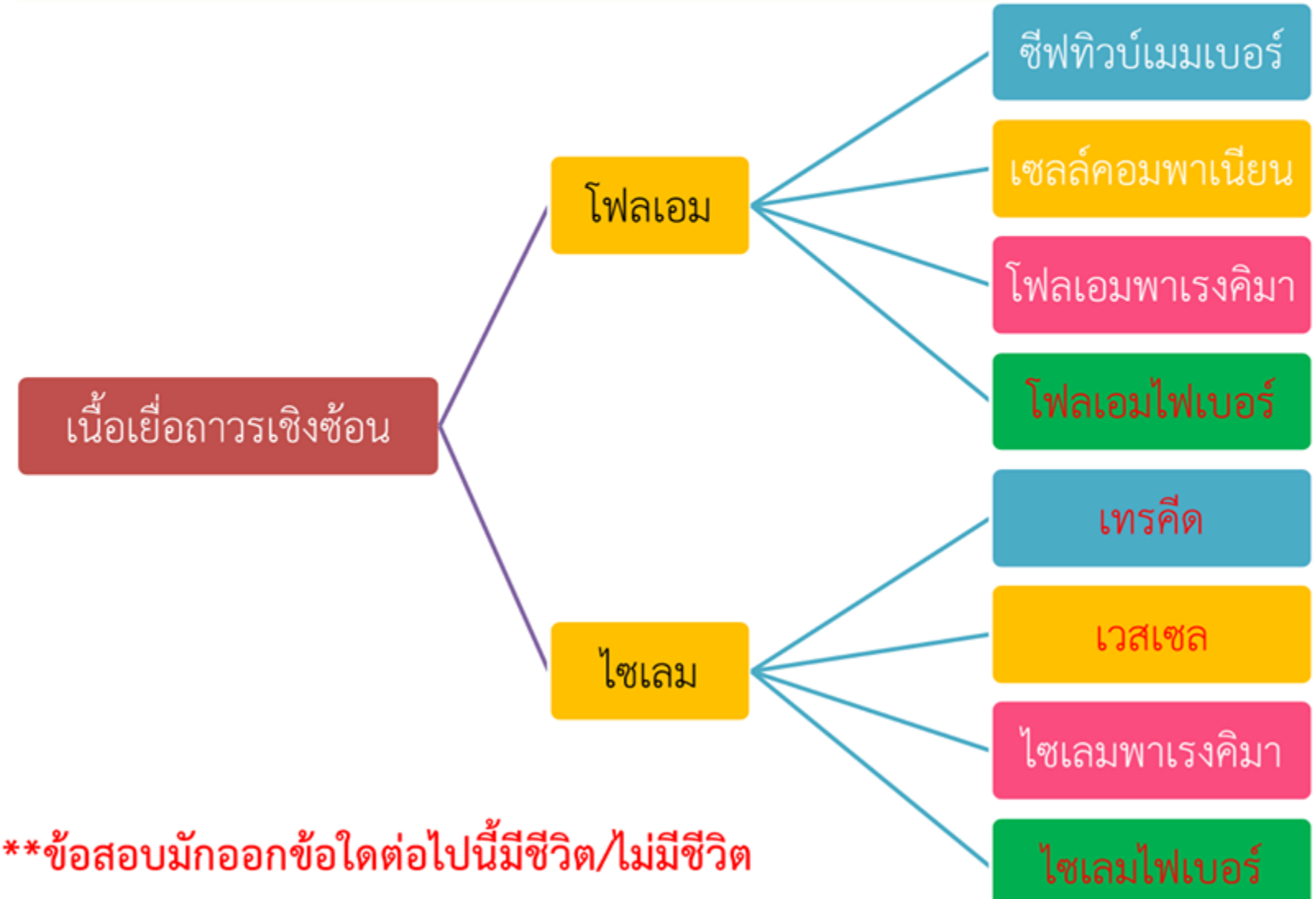
3. ระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง ได้แก่ ไซเล็ม โฟลเอ็ม

3.1 ไซเล็ม (xylem) เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ และแร่ธาตุไปสู่ส่วนต่างๆ ของพืชในรูปของสารละลาย มีทิศทางการลำเลียงจากรากขึ้นไปสู่ลำต้น กิ่ง ก้าน ใบ นอกจากนี้เนื้อเยื่อของไซเล็มยังช่วยค้ำจุนเสริมความแข็งแรงให้แก่ส่วนต่างๆ ของพืช



เนื้อเยื่อถาวร (Permanent tissue) (ต่อ)

เนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน (complex permanent tissue) (ต่อ)

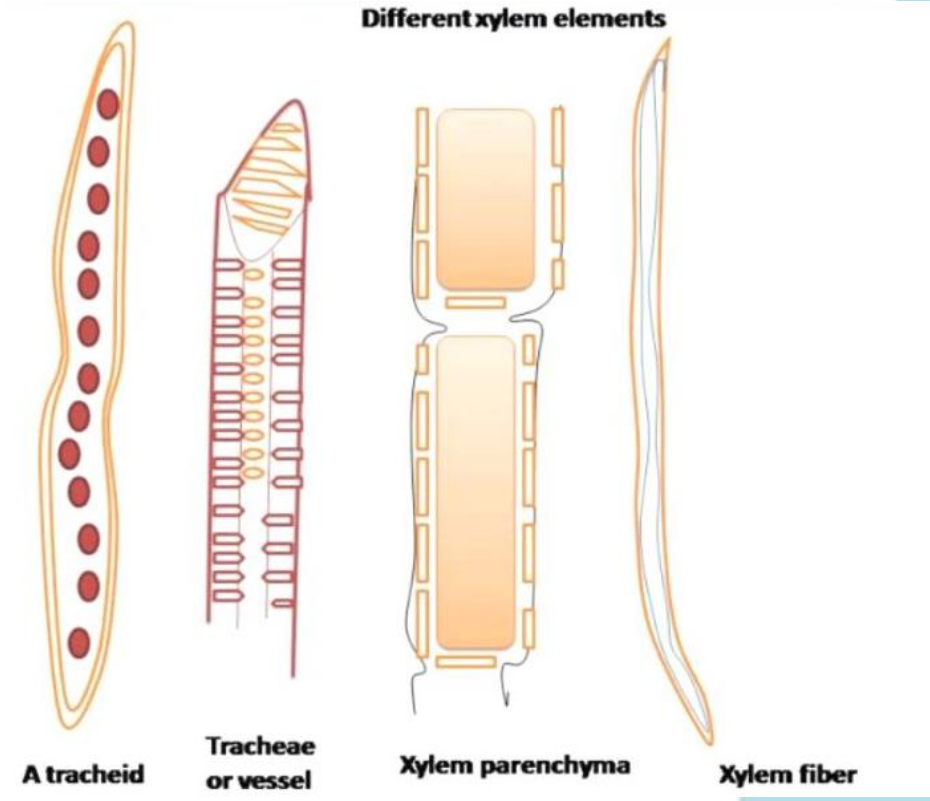


**ข้อสอบมักออกข้อใดต่อไปนี้มีชีวิต/ไม่มีชีวิต

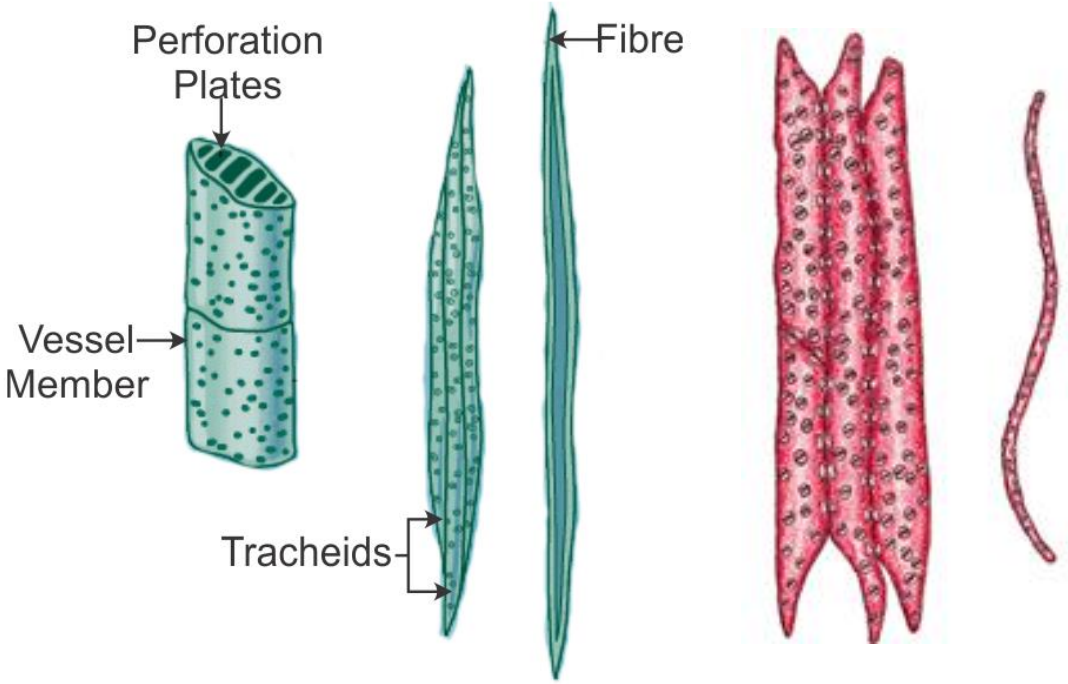
BIOLOGYBIOLOG

ส่วนประกอบของไซเล็ม (xylem) มี 4 ประเภท

1. เทรคีด (tracheid)
2. เวสเซลเมมเบอร์ (vessel member)
3. ไซเล็มพาเรงคิมา (xylem parenchyma)
4. ไซเล็มไฟเบอร์ (xylem fiber)



1. เทรคีด (tracheid)

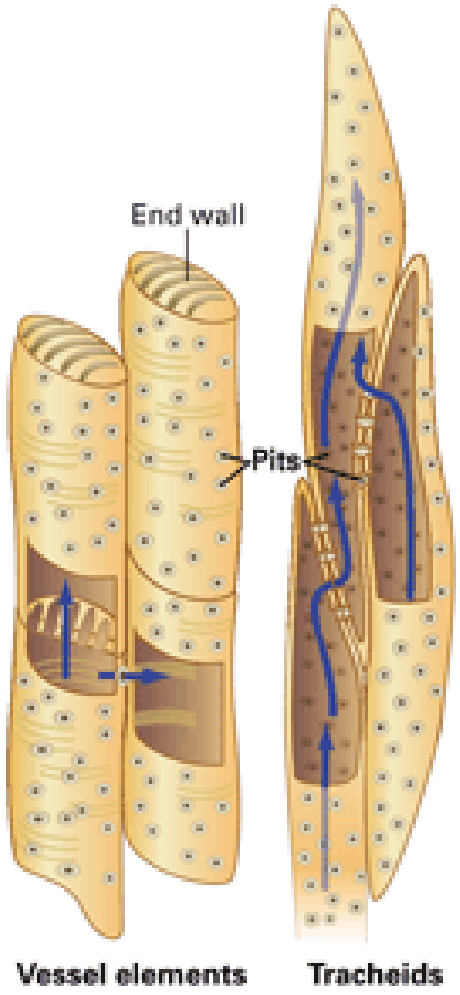


เทรคีด (tracheid) เซลล์ที่มีลักษณะผอมยาว ปลายทั้งสองข้างค่อนข้างแหลม ที่ผนังเซลล์มีสารพวกลิกนินมาสะสม ผนังหนาไม่เท่ากันบางตอนของผนังเซลล์จะบาง เรียกว่า พิท (pit) ส่วนผนังเซลล์หัวท้ายไม่มีรูทะลุ ทำให้สามารถแพร่ผ่านจากเซลล์หนึ่งไปอีกเซลล์หนึ่งได้ทางผนังเซลล์ด้านข้างบริเวณที่ยังบางอยู่ เมื่อเซลล์โตเต็มที่เซลล์จะตาย จึงมีช่องว่างใหญ่ (lumen) เพราะไซโทพลาซึมสลายไป

หน้าที่ของเทรคีด

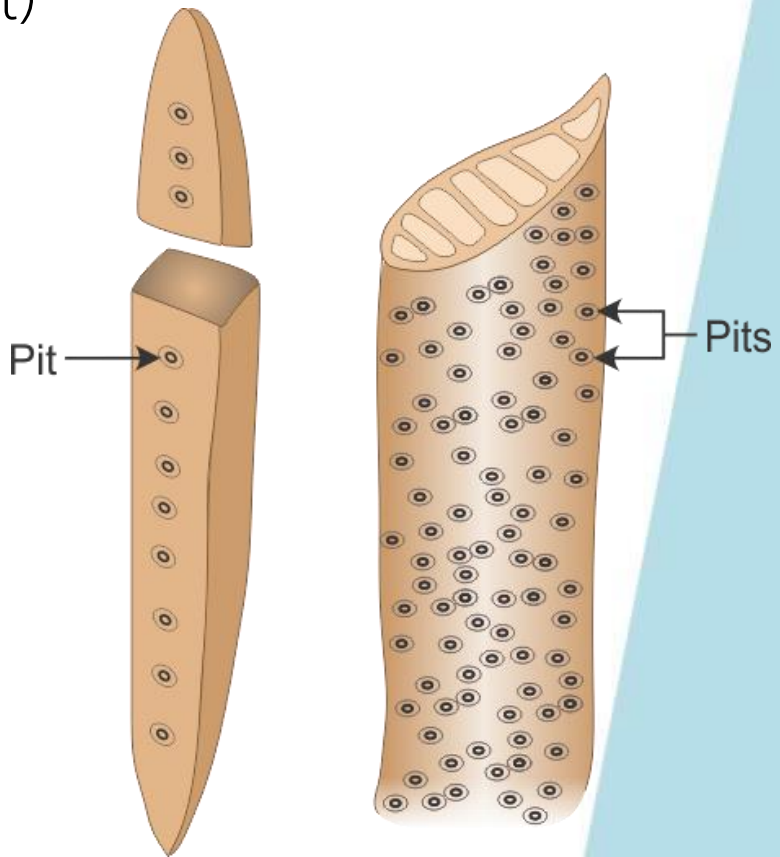
1) เป็นท่อลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ ซึ่งทำหน้าที่ได้ดีเมื่อเซลล์ตายแล้ว

2) ช่วยค้ำจุนส่วนต่างๆ ของพืชเนื่องจากมีผนังเซลล์แข็งแรง ปลายสุดของเซลล์จะเสี้ยมแหลม



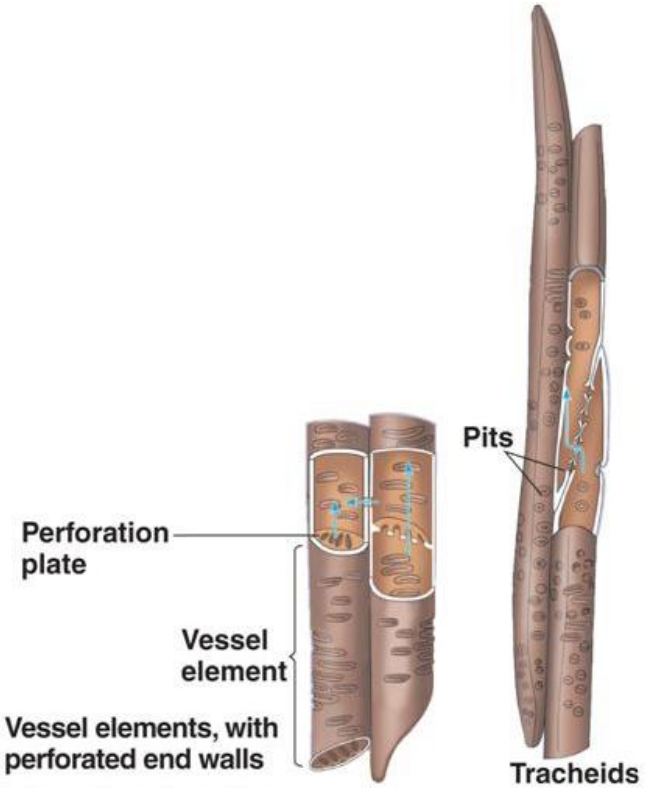
2. เวสเซลเมมเบอร์ (vessel member)

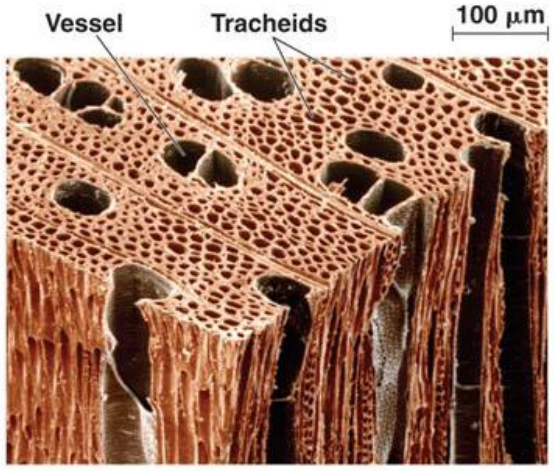
ลักษณะเป็นท่อสั้นๆ ปลายเซลล์อาจเฉียงหรือ ตรง เมื่อเซลล์เจริญเต็มที่แล้วเซลล์จะตายไป ตรงกลางเซลล์เป็นช่องขนาดใหญ่ เพราะไซโทพลาซึมสลายไป ผนังเซลล์มีสารจำพวกลิกนินสะสม แต่ผนังเซลล์บางแห่งหนาไม่เท่ากัน บริเวณที่บางเรียกว่า พิท (pit)



ปลายสุดของเซลล์จะมีรูพรุนมากทำให้น้ำและแร่ธาตุลำเลียงผ่านรูพรุนได้สะดวกกว่าเทรคีด

เวสเซลเมมเบอร์หลายๆ เซลล์มาเรียงต่อกันตามความยาวของรากและลำต้น และผนังกั้นตรงปลายของเซลล์แต่ละเซลล์จะขาดกลายเป็นท่อกลวงยาว คล้ายกับลำไม้ไผ่ยาวๆ ที่กระทุ้งให้ผนังกั้นแต่ละปล้องขาดทะลุไป ท่อกลวงยาวนี้เรียกว่า **เวสเซล (vessel)**





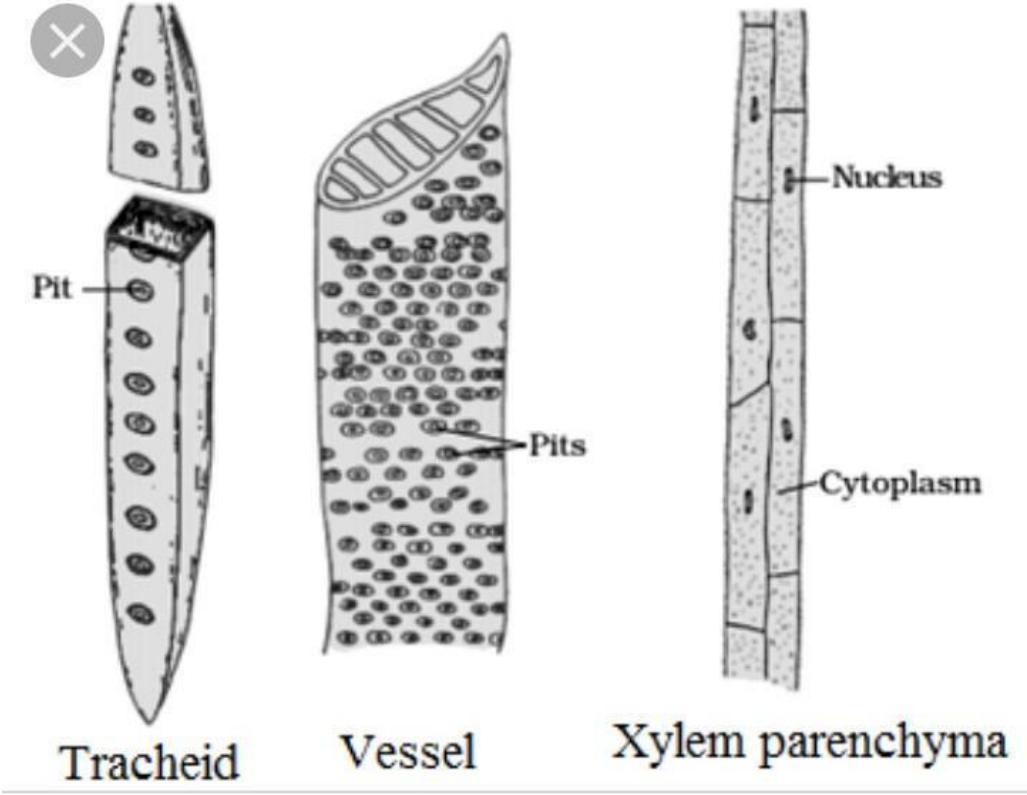
Tracheids and vessels (colorized SEM)

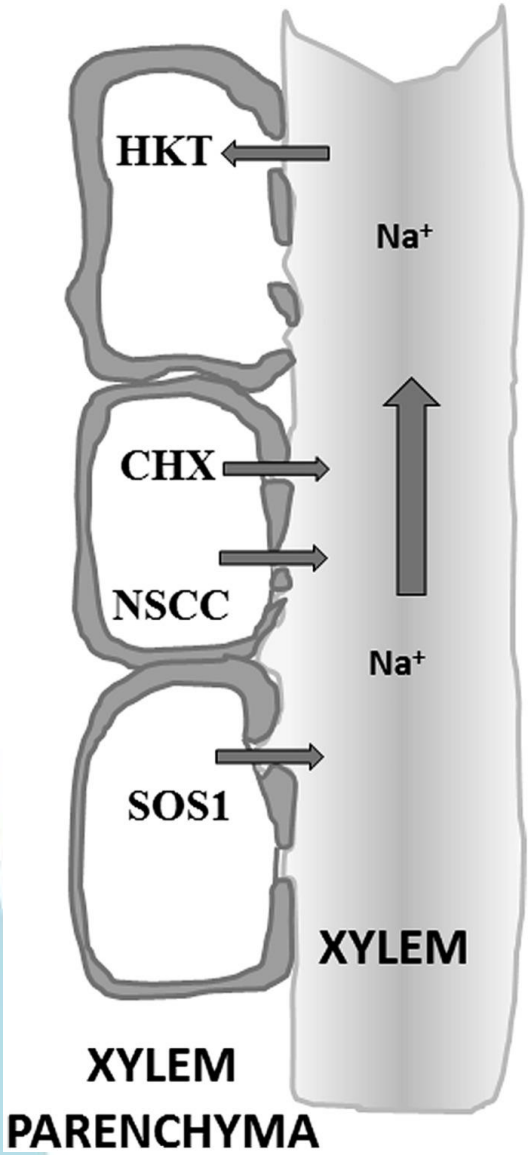
หน้าที่ของเวสเซล

1) มีหน้าที่หลักในการลำเลียงน้ำและสารอาหาร
2) ให้ความแข็งแรงกับต้นพืช เพราะต้นไม้ที่มีอายุมากๆ จะมีเวสเซลจำนวมากมาย

3. ไซเล็มพาเรงคิมา (xylem parenchyma)

เป็นเซลล์ที่มีชีวิตอยู่เพียงชนิดเดียวในเนื้อเยื่อไซเล็มมีผนังเซลล์บาง คล้ายกับพาเรงคิมาเซลล์ทั่วๆไป แต่เมื่อแก่แล้วจะมีลิกนินมาสะสม ผนังจะหนาขึ้น ปกติจะเรียงตัวในแนวตั้งตามความยาวของลำต้น





หน้าที่ของไซเล็มพาเรงคิมา

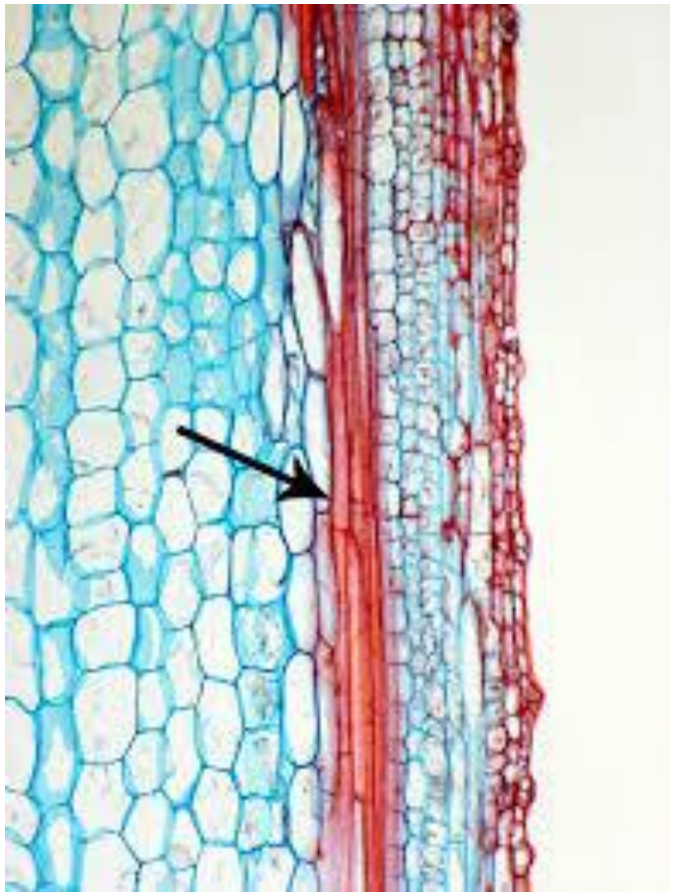
1) ช่วยสะสมน้ำ แป้ง น้ำมันและสารอาหารอื่นๆ

2) ลำเลียงน้ำ และสารอาหาร

4. ไซเล็มไฟเบอร์ (xylem fiber) เป็นเซลล์ที่มีผนังหนา รูปร่างยาวเรียว หัวท้ายแหลม ลักษณะเป็นเส้นใย เป็นเซลล์ที่ตายแล้ว

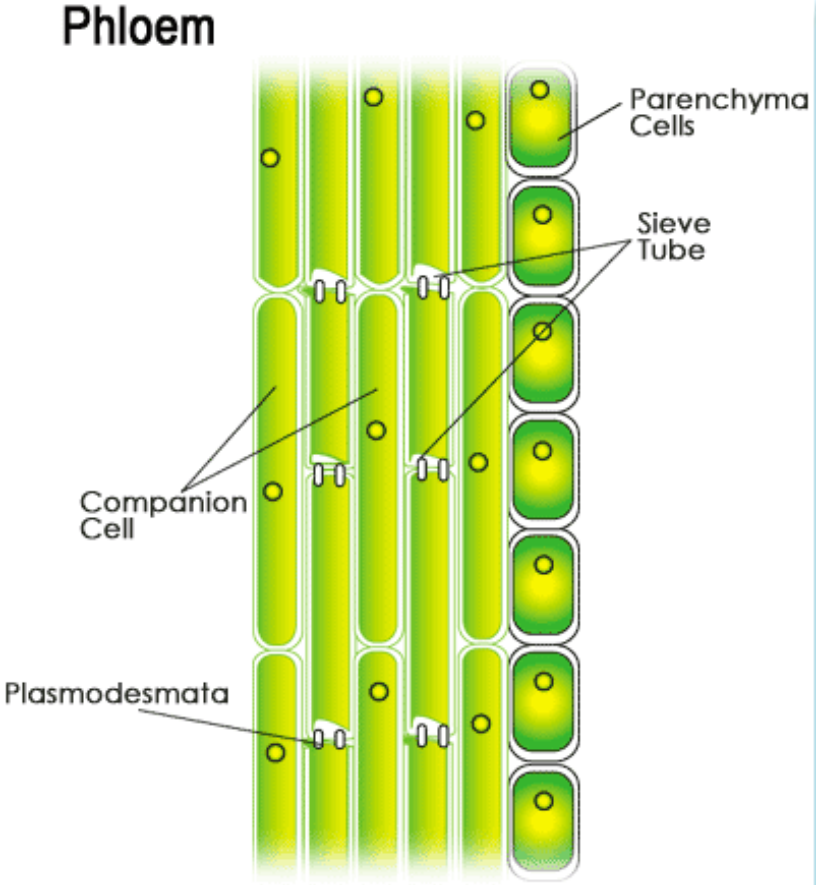
หน้าที่ของไซเล็มไฟเบอร์

ช่วยค้ำจุนและเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับ ไซเล็ม (xylem)



3.2 โฟลเอ็ม (phloem) ประกอบด้วย 4 ชนิดดังนี้

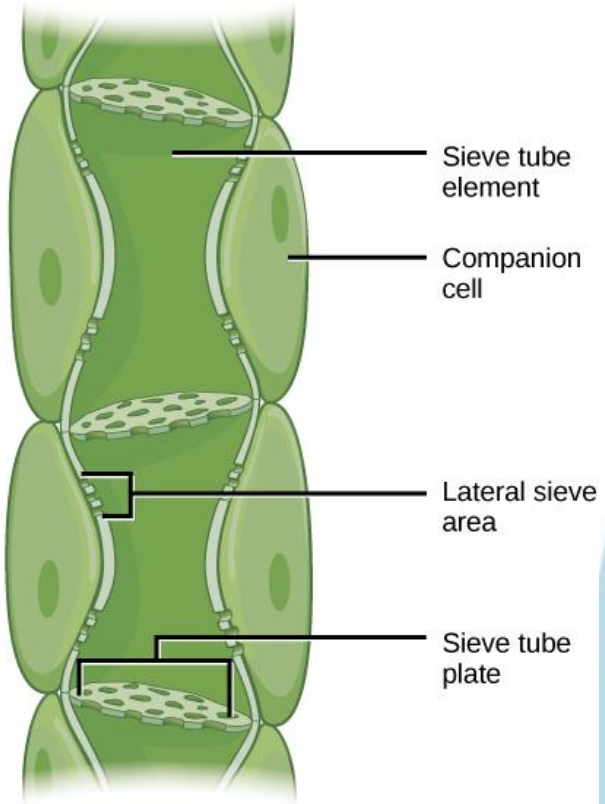
1. ซีฟทิวบ์เมมเบอร์ (sieve tube member)
2. เซลล์คอมพาเนียน (companian cell)
3. โฟลเอ็มพาเรงคิมา (phloem parenchyma)
4. โฟลเอ็มไฟเบอร์ (phloem fiber)



1. ซีฟทิวบ์เมมเบอร์ (sieve tube member)

รูปทรงกระบอกเป็นท่อยาวที่รอยต่อบริเวณปลายเซลล์มีรูเล็กๆ คล้ายแผ่นตะแกรงที่ปลายทั้งสองด้าน เรียกว่า **ซีฟเพลต (sieve plate)** การที่มีรูเล็กๆ ที่ผนังเซลล์นี้ทำให้ไซโทพลาซึมภายในเซลล์ผ่านไปมาระหว่างเซลล์ที่อยู่ชิดกันได้ ซีฟทิวบ์เมมเบอร์หลายๆ เซลล์เรียงต่อกันเป็นท่อยาวๆ เรียกว่า **ซีฟทิวบ์ (sieve tube)**

หน้าที่ ลำเลียงอาหาร



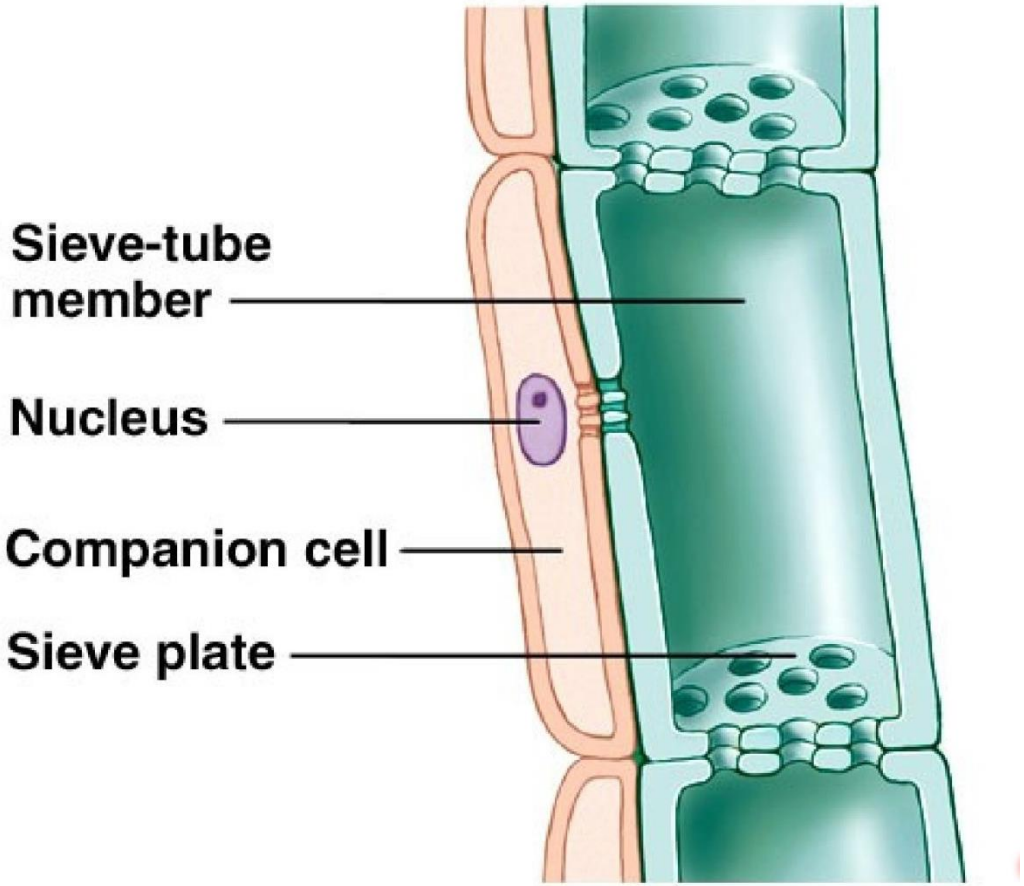
2. เซลล์คอมพาเนียน (companian cell)

เป็นเซลล์ขนาดเล็ก รูปร่างเรียวยาวปลายแหลมมีนิวเคลียสขนาดใหญ่เห็นชัดเจน จะปรากฏอยู่ด้านข้างของซีฟทิวบ์เมมเบอร์ มีพิท (pit) เชื่อมเซลล์ทั้งสองเข้าด้วยกันทำให้ส่งผ่านสาร เช่น เอนไซม์ให้แก่ซีฟทิวบ์เมมเบอร์

หน้าที่

ช่วยในการลำเลียงอาหารของซีฟทิวบ์เมมเบอร์ให้ทำงานได้ดีขึ้น เนื่องจากซีฟทิวบ์เมมเบอร์ เมื่อแก่ลงไม่มีนิวเคลียส ทำให้ทำงานไม่เต็มที่

Sieve-Tube Member



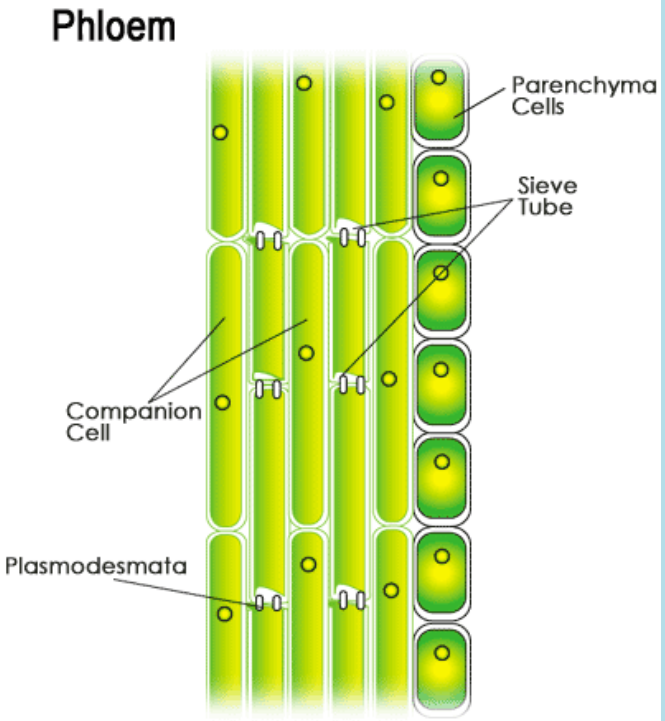
3. โฟลเอ็มพาเรงคิมา (phloem parenchyma)

เป็นเซลล์พาเรงคิมาที่แทรกอยู่ในท่ออาหาร เป็นเซลล์ที่มีชีวิต เซลล์นี้หากเรียงตัวตามขวางกับเซลล์ อื่นๆ เรียกว่า โฟลเอ็มเรย์ (phloem ray) เป็นเซลล์ที่มีชีวิต

หน้าที่

1) สะสมอาหารที่สร้างจากแหล่งสร้างอาหาร รวมทั้งสารจำพวกน้ำยาง เช่น ยางสน

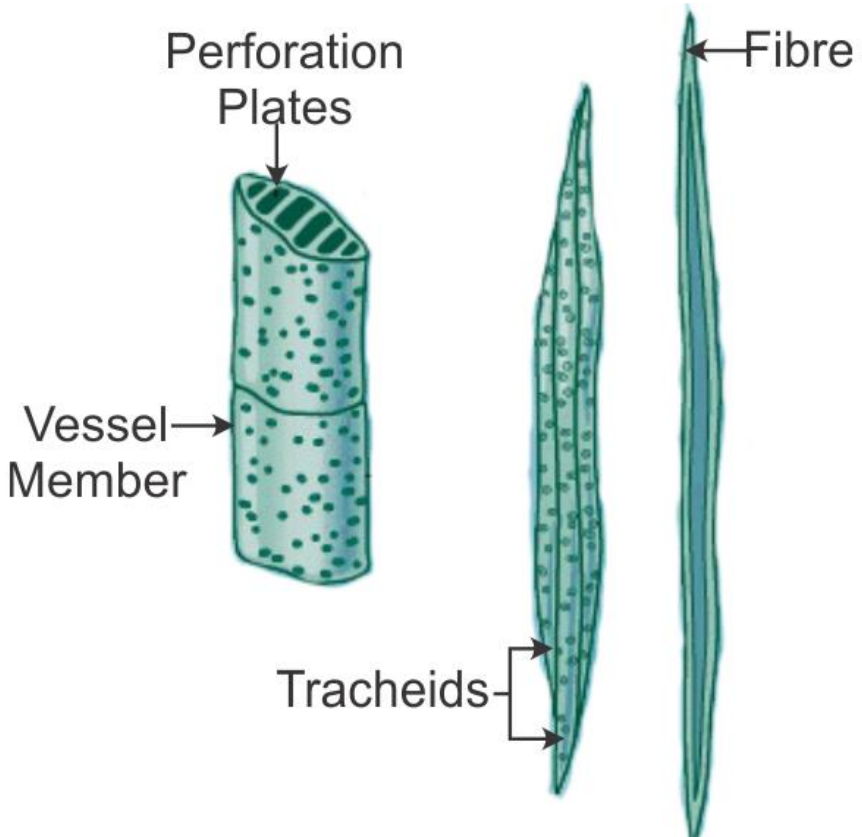
2) ลำเลียงอาหารไปเลี้ยงเซลล์ที่อยู่ด้านข้าง



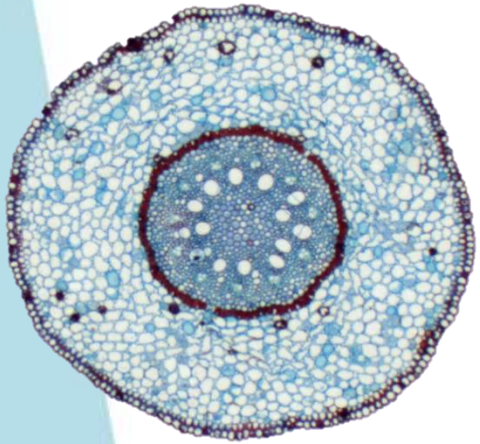
4. โฟลเอ็มไฟเบอร์ (phloem fiber) เป็นเซลล์ไฟเบอร์ที่แทรกอยู่ในท่ออาหาร มีรูปร่างเรียวยาว หัวแหลมท้ายแหลม เป็นเส้นใย ผนังหนา เป็นเซลล์ที่ไม่มีชีวิต ไม่ลำเลียงสาร

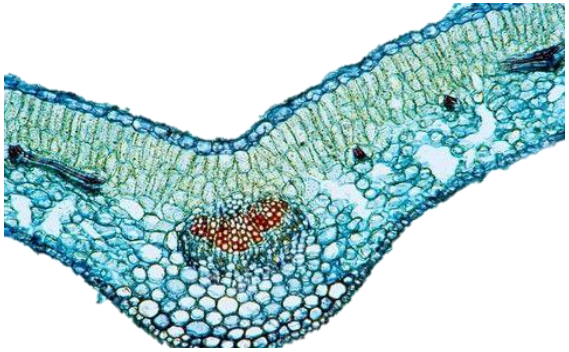
หน้าที่

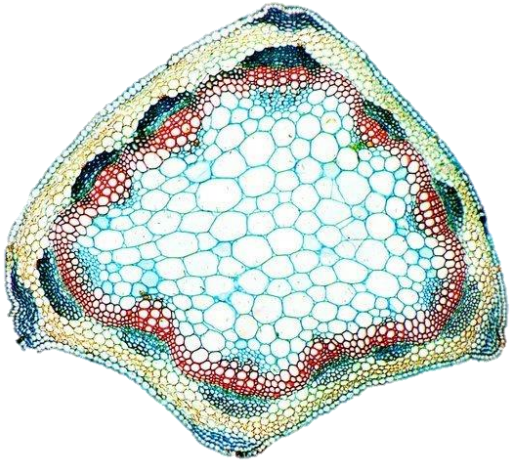
ช่วยให้ความแข็งแรงกับท่ออาหาร (phloem)



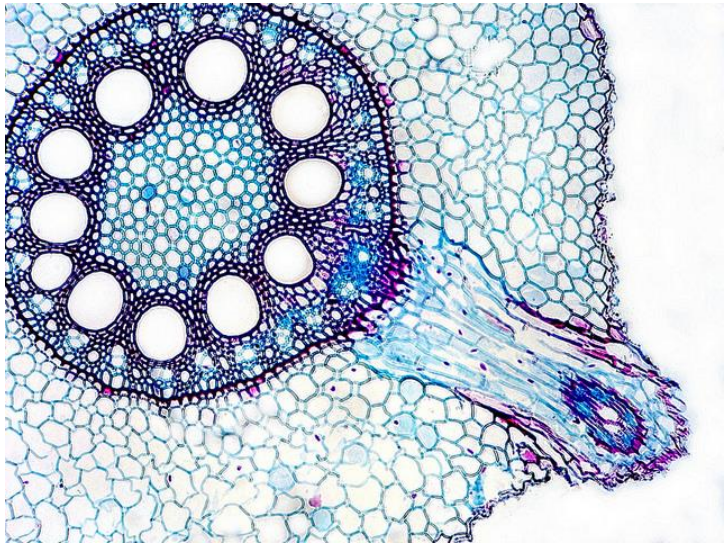
โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

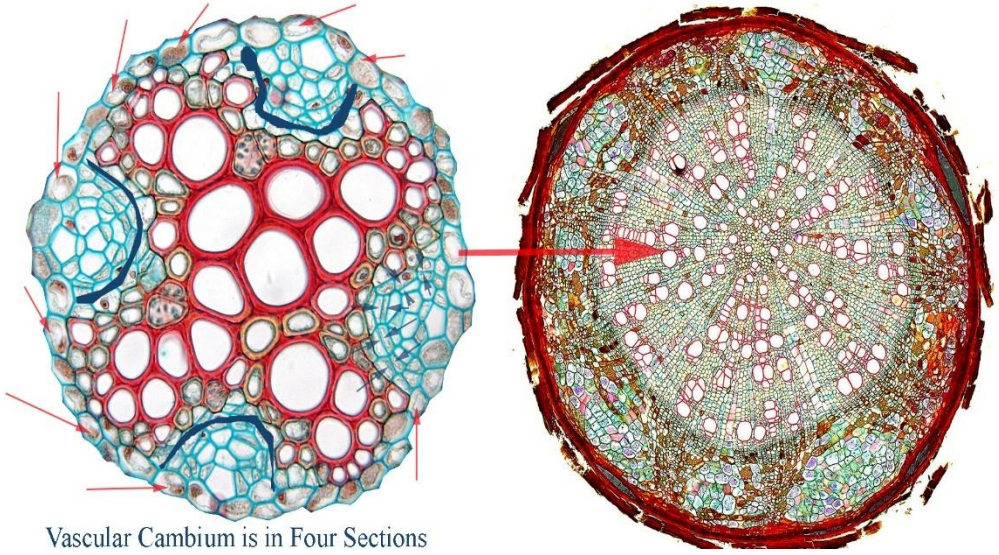






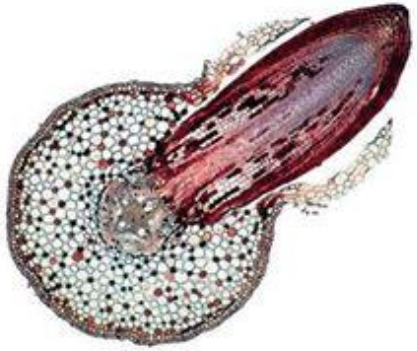
โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก

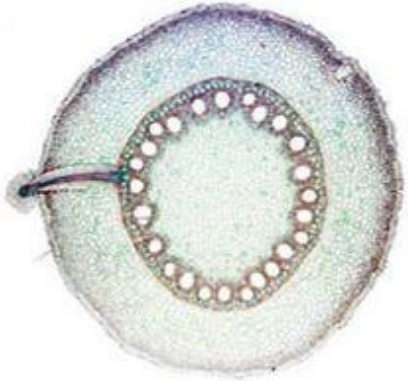




โครงสร้างและหน้าที่ของราก (structure and function of root)

- โครงสร้างของราก
  - โครงสร้างตามยาว
  - โครงสร้างตามขวาง
- การเจริญของราก
  - ปฐมภูมิ
  - ทุติยภูมิ
- ระบบของราก
  - รากแก้ว
  - รากฝอย
- หน้าที่ของราก
  - ดูด (absorbtion)
  - ยึด (anchorage)
  - ทำหน้าที่พิเศษ





ระบบราก

ระบบรากแก้ว

Radicle (รากแรกเกิด)

รากแก้ว

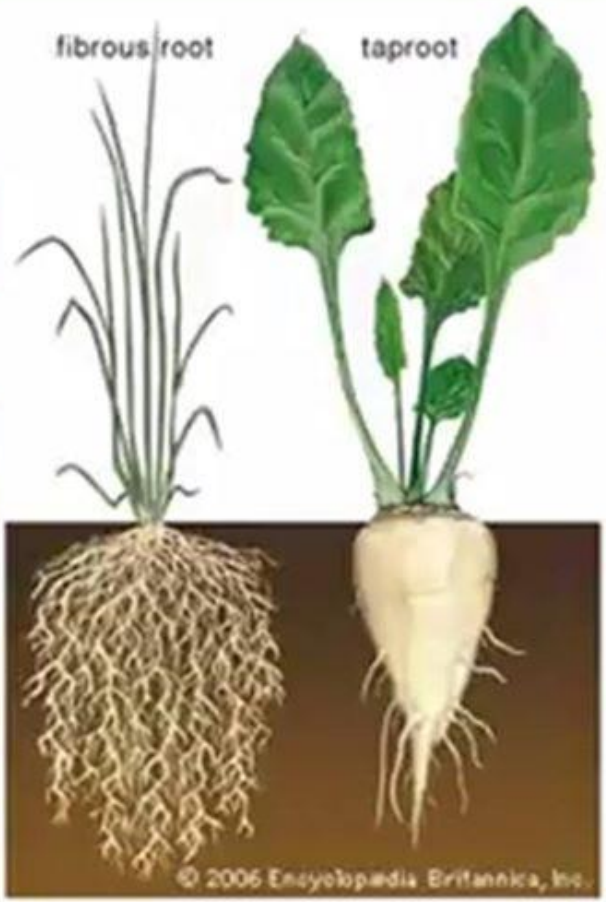
(Tap root)

ชั้น Pericycle

รากแขนง

(lateral root)

หรือ (secondary root)



ระบบรากฝอย

ข้อ/ปล้อง

รากพิเศษ

(Adventitious root)

รากฝอย

(Fibrous root)

Cr. ณัฐพงศ์ แตงเพ็ชร์

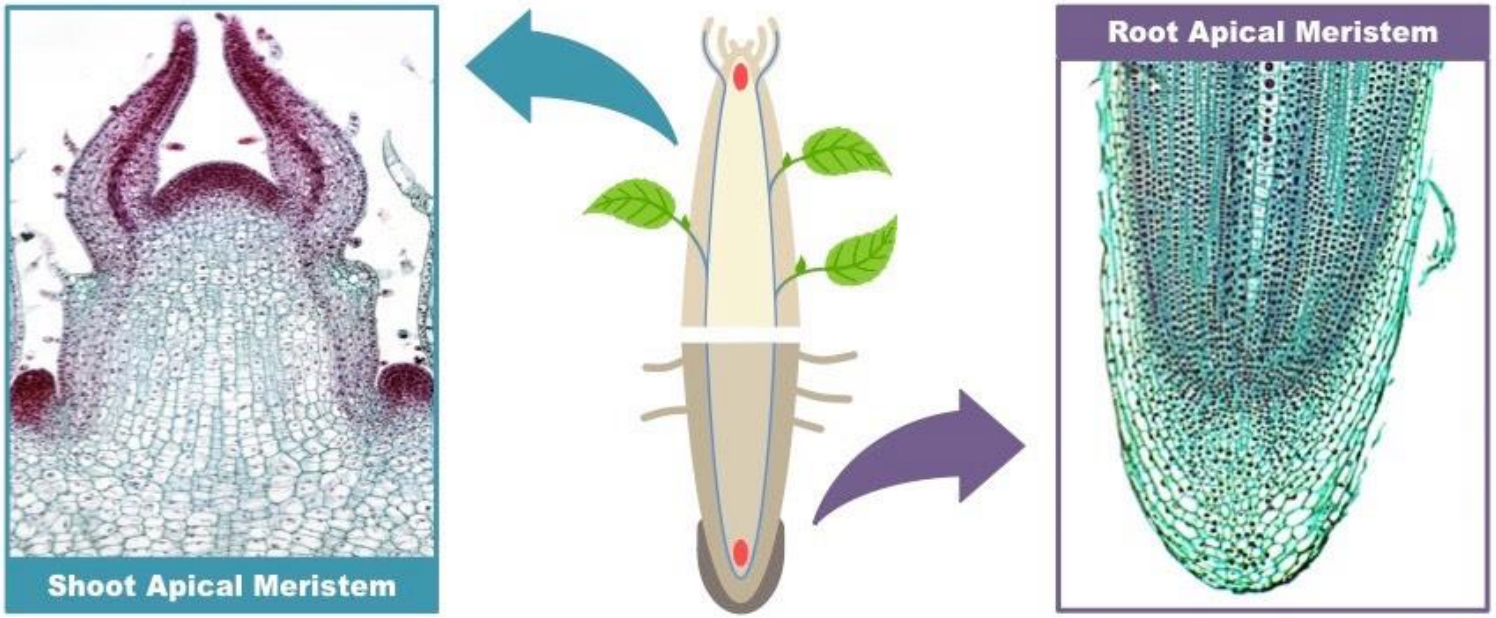
ราก (root)

- เป็นอวัยวะของพืชที่เจริญเติบโตลงสู่ดินตามแรงโน้มถ่วงของโลก (positive geotropism)

-รากไม่มีข้อและปล้อง

ทำหน้าที่

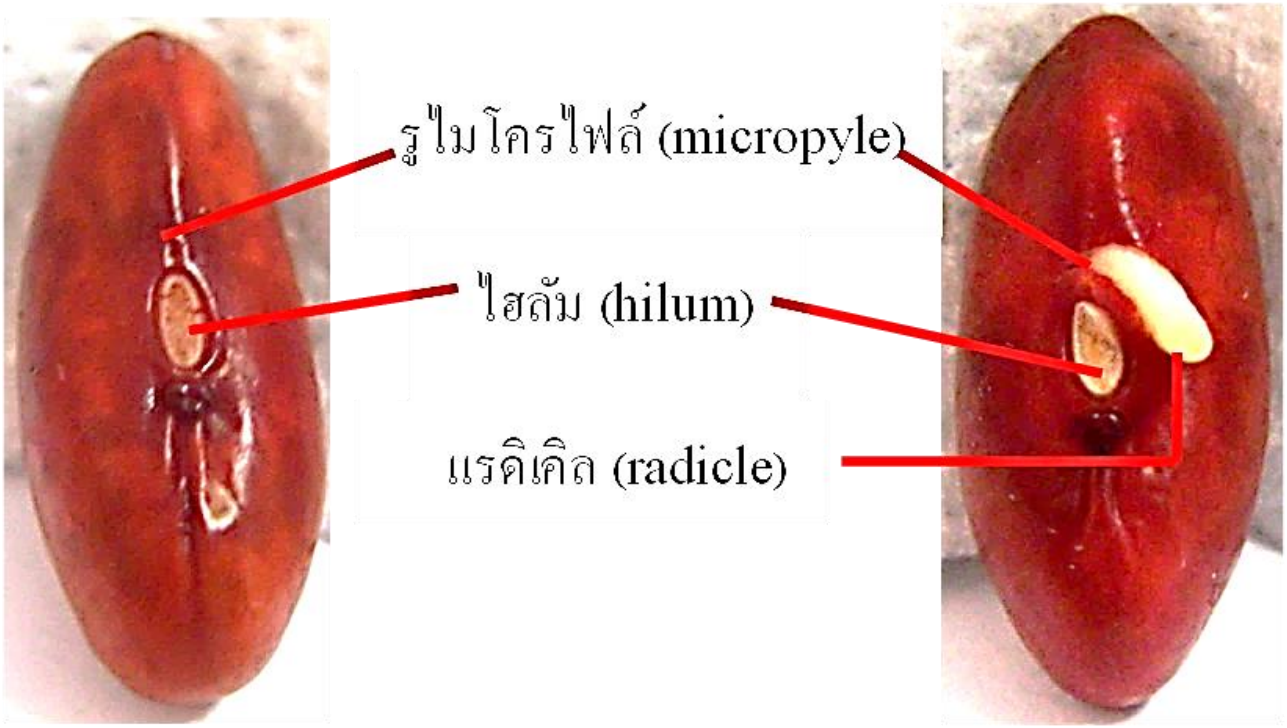
ดูดน้ำ และลำเลียงน้ำจากพื้นดินขึ้นไปสู่ส่วนบนของต้นพืช



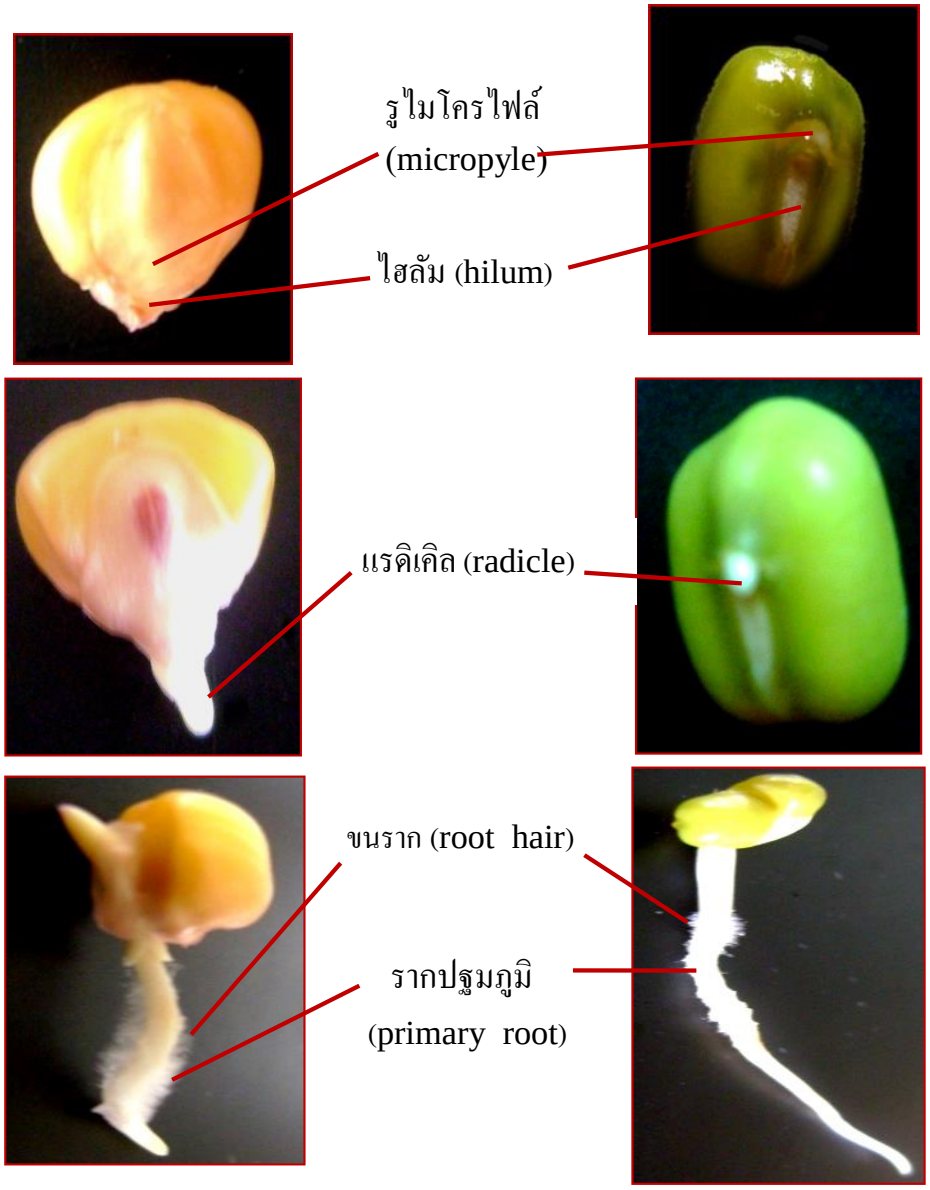
โครงสร้างและหน้าที่ของราก (structure and function of root)

หน้าที่ของราก

ดูด (absorbtion)	ยึด (anchorage)	หน้าที่พิเศษ
น้ำและแร่ธาตุต่างๆ แล้วลำเลียงไปยังส่วนอื่นๆ ของพืช	พื้นดิน พยุงใบ และทำให้ลำต้นของพืชตั้งตรงได้	สะสมอาหาร หายใจ สืบพันธุ์ สังเคราะห์ด้วยแสง



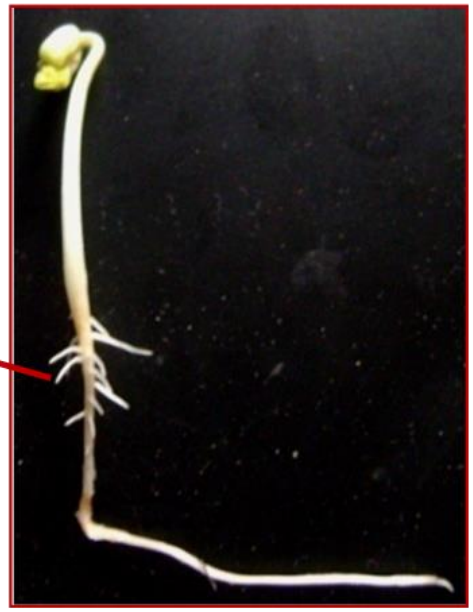
ภาพที่ 2.1 ตำแหน่งของแรดิเคิลที่งอกออกมาจากเมล็ด


รูไมโครไฟล์
(micropyle)
ไฮลัม (hilum)
แรดิเคิล (radicle)
ขนราก (root hair)
รากปฐมภูมิ
(primary root)

ขนราก (root hair)

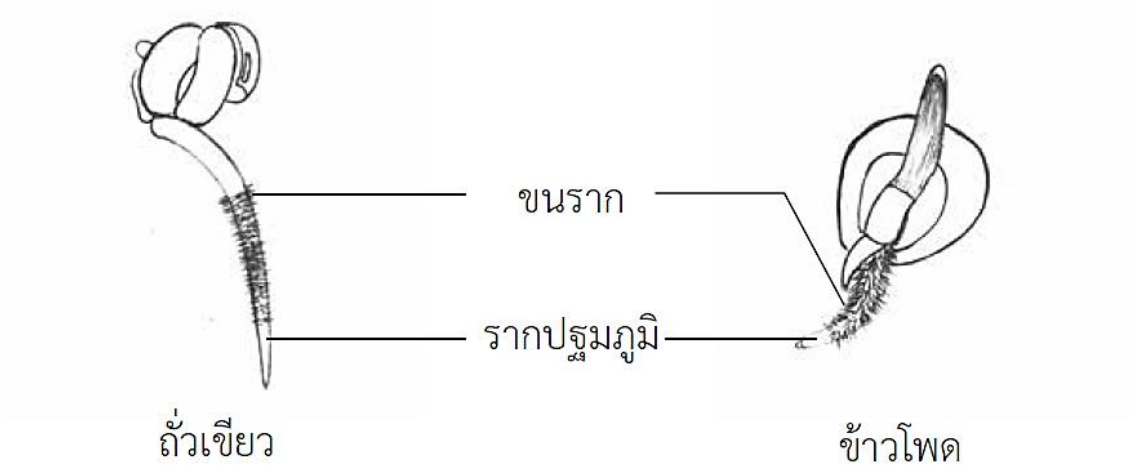
รากทุติยภูมิ

(secondary root)

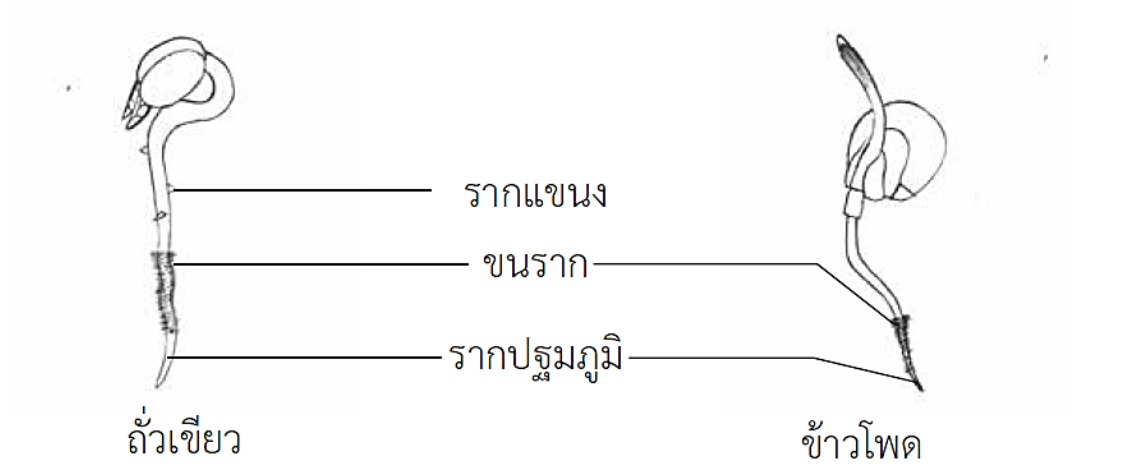


โครงสร้างภายนอกของรากถั่วเขียวและข้าวโพดจากเมล็ดที่กำลังงอก

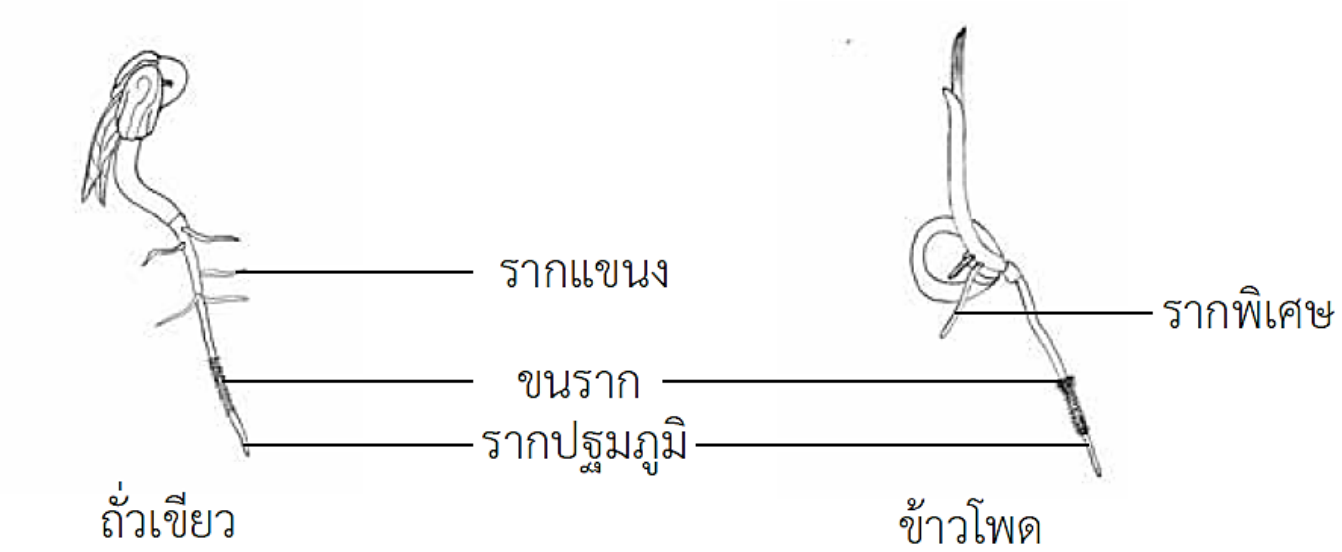
วันที่ 1

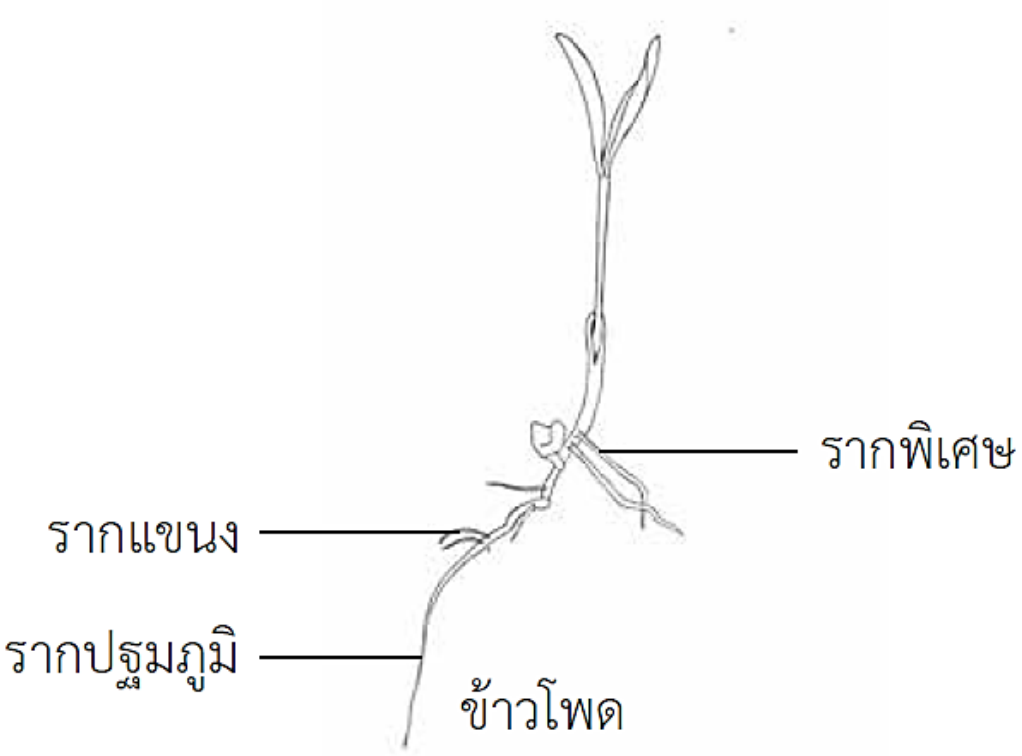


วันที่ 2



วันที่ 3




รากพิเศษ
รากแขนง
รากปฐมภูมิ
ข้าวโพด

โครงสร้างปลายราก แบ่งตามลักษณะของเซลล์ออกเป็น 4 บริเวณ

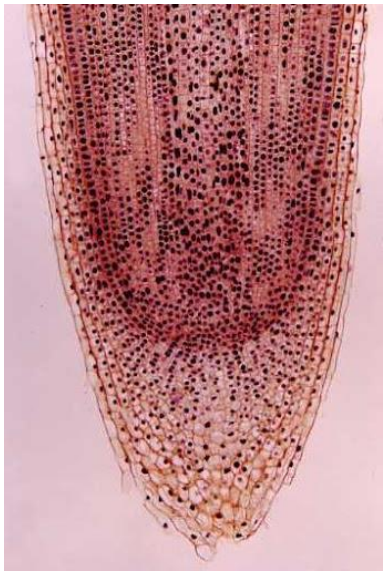
1. หมวกราก (root cap)
2. บริเวณการแบ่งเซลล์ (region of cell division)
3. บริเวณการยืดตามยาวของเซลล์ (region of cell elongation)
4. บริเวณการเปลี่ยนสภาพ และการเจริญเติบโตเต็มที่ของเซลล์ (region of cell differentiation and maturation)

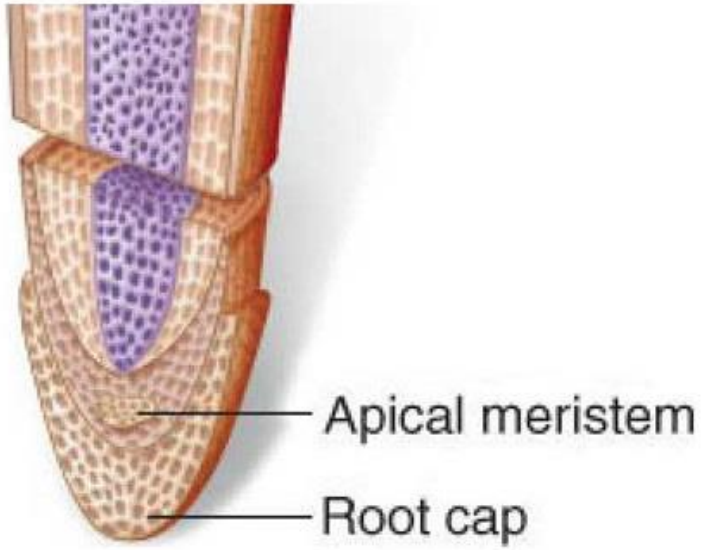
1. หมวกราก (root cap)

ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาที่เรียงตัวกันอย่างหลวมๆ

- มีรูปร่างค่อนข้างกลมรี หรือค่อนข้างยาว ผนังเซลล์บาง มีแวคิวโอลขนาดใหญ่ ภายในอาจเห็นเม็ดแป้ง
- มีอายุสั้น เพราะมักฉีกขาดง่าย
- สามารถผลิตเมือกขับออกมารอบ ๆ หมวกราก

หน้าที่ ช่วยป้องกันอันตรายให้กับส่วนที่อยู่เหนือขึ้นไป ขณะที่รากชอนไชลงไปสู่ดิน





2. บริเวณการแบ่งเซลล์ (region of cell division)

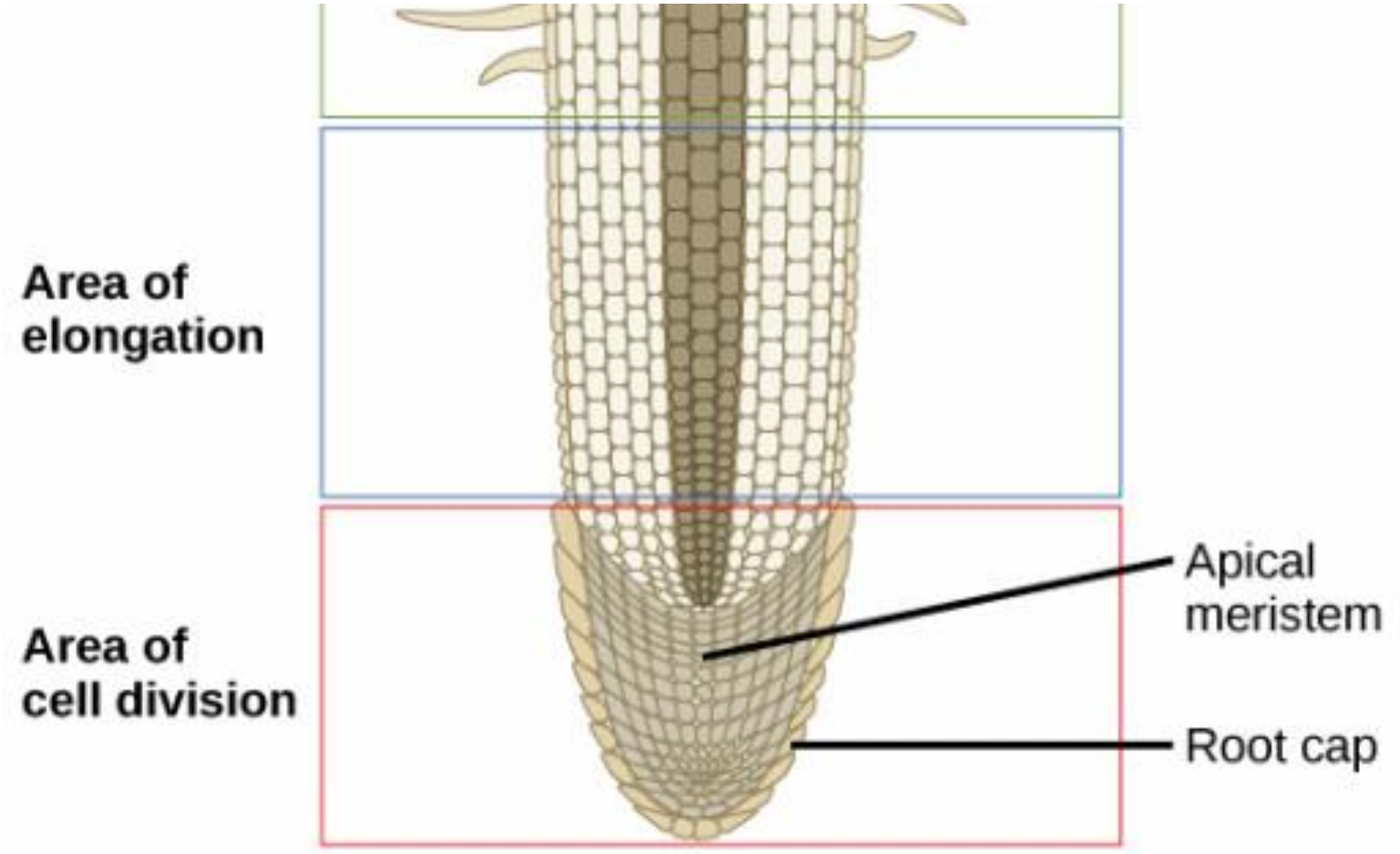
-อยู่ถัดจากหมวกรากขึ้นมา

-เซลล์มีขนาดเล็ก เรียงติดกัน ผนังเซลล์บาง ภายในมีไซโทพลาซึมมาก นิวเคลียสใหญ่ แวคิวโอลเล็ก

-มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสตลอดเวลา

หน้าที่

ทำให้เซลล์เพิ่มมากขึ้น บางส่วนเจริญไปเป็นหมวกราก บางส่วนเจริญไปเป็นเซลล์ที่มีรูปร่างยาวขึ้น

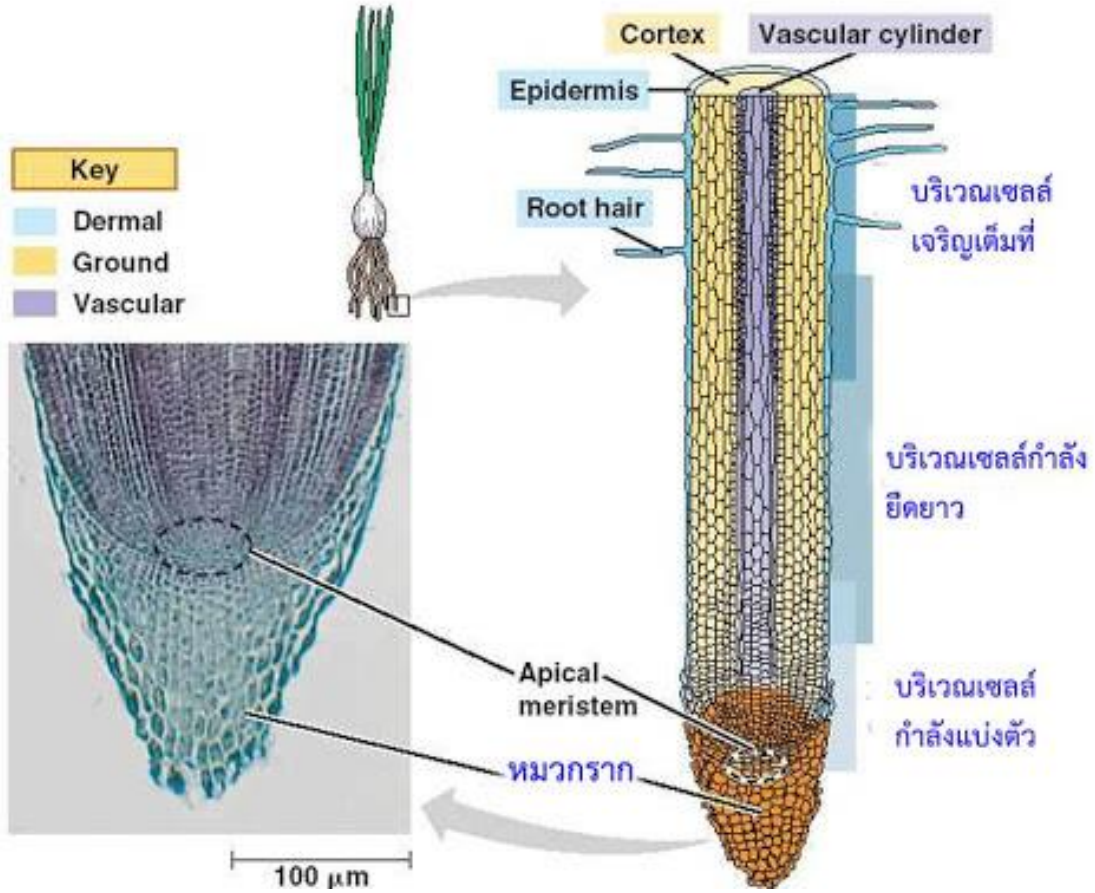

Area of elongation
Area of cell division
Apical meristem
Root cap

3. บริเวณการยืดตามยาวของเซลล์ (region of cell elongation)

- อยู่ถัดจากบริเวณการแบ่งเซลล์ขึ้นไป

-เซลล์มีการขยายขนาดใหญ่ แวคิวโอลใหญ่

หน้าที่ ทำให้ปลายรากยาวขึ้น



4. บริเวณการเปลี่ยนสภาพ และการเจริญเติบโตเต็มที่ของเซลล์ (region of cell differentiation and maturation)

- อยู่เหนือบริเวณการยืดตามยาวของเซลล์ขึ้นมา
- เซลล์มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างต่าง ๆ กันไป เช่น

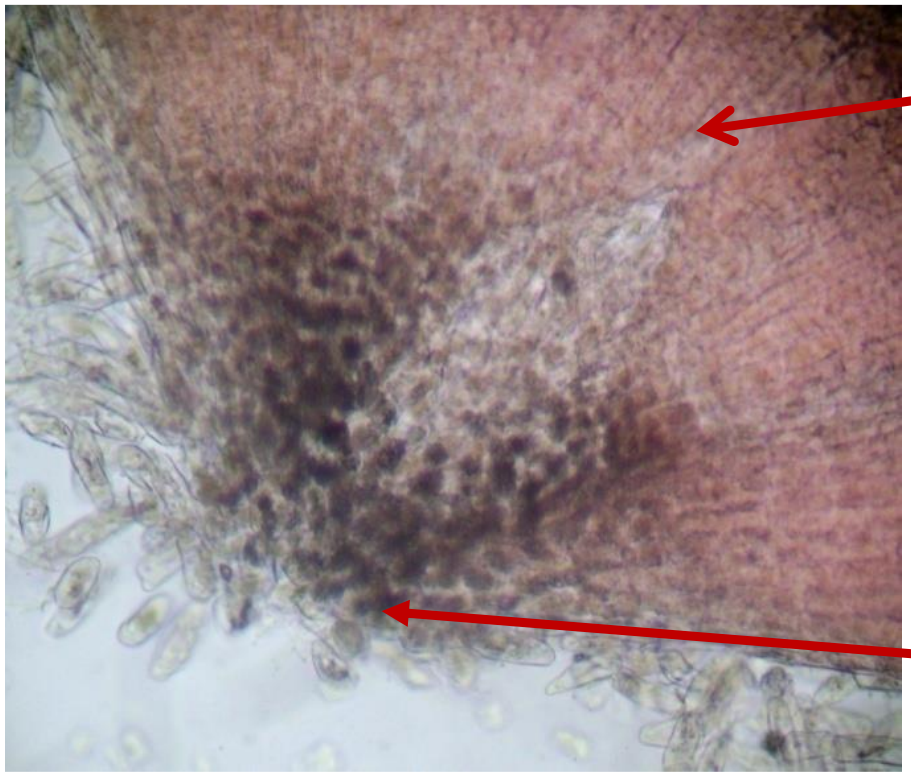
- เอพิเดอร์มิส (epidermis) บางเซลล์เปลี่ยนแปลงเป็นขนราก (root hair)
- บางเซลล์เปลี่ยนเป็นมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) ประกอบด้วย xylem ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ และphloem ทำหน้าที่ ลำเลียงอาหาร

Regions of growth of a root

Region of cell division

Region of cell elongation

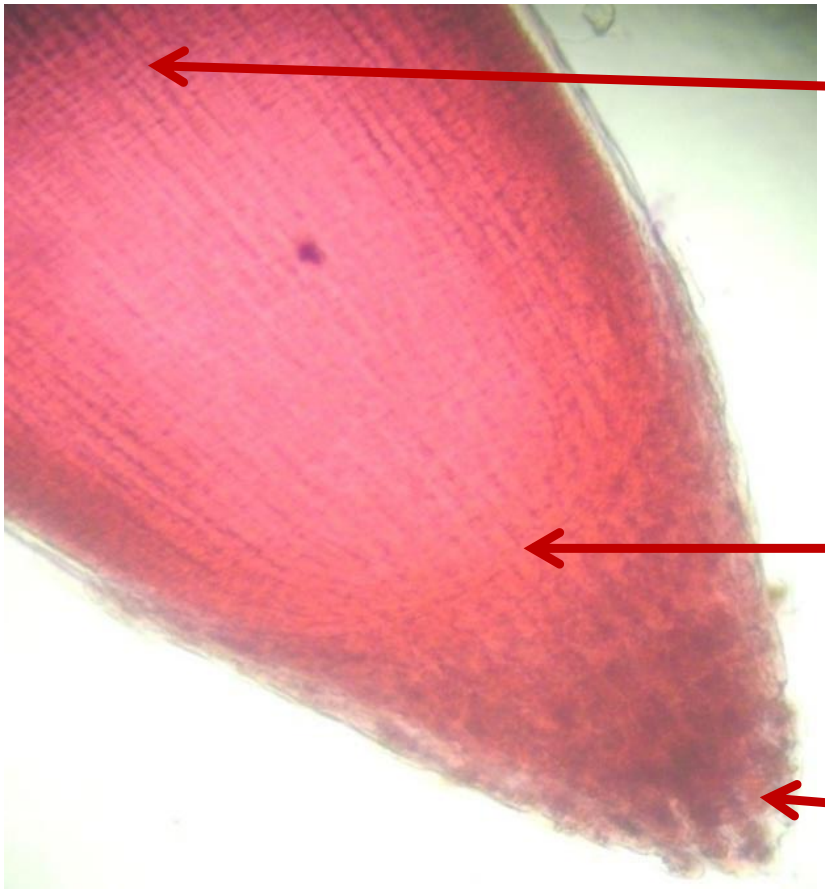
Region of maturation



บริเวณการแบ่งเซลล์

(region of cell division)

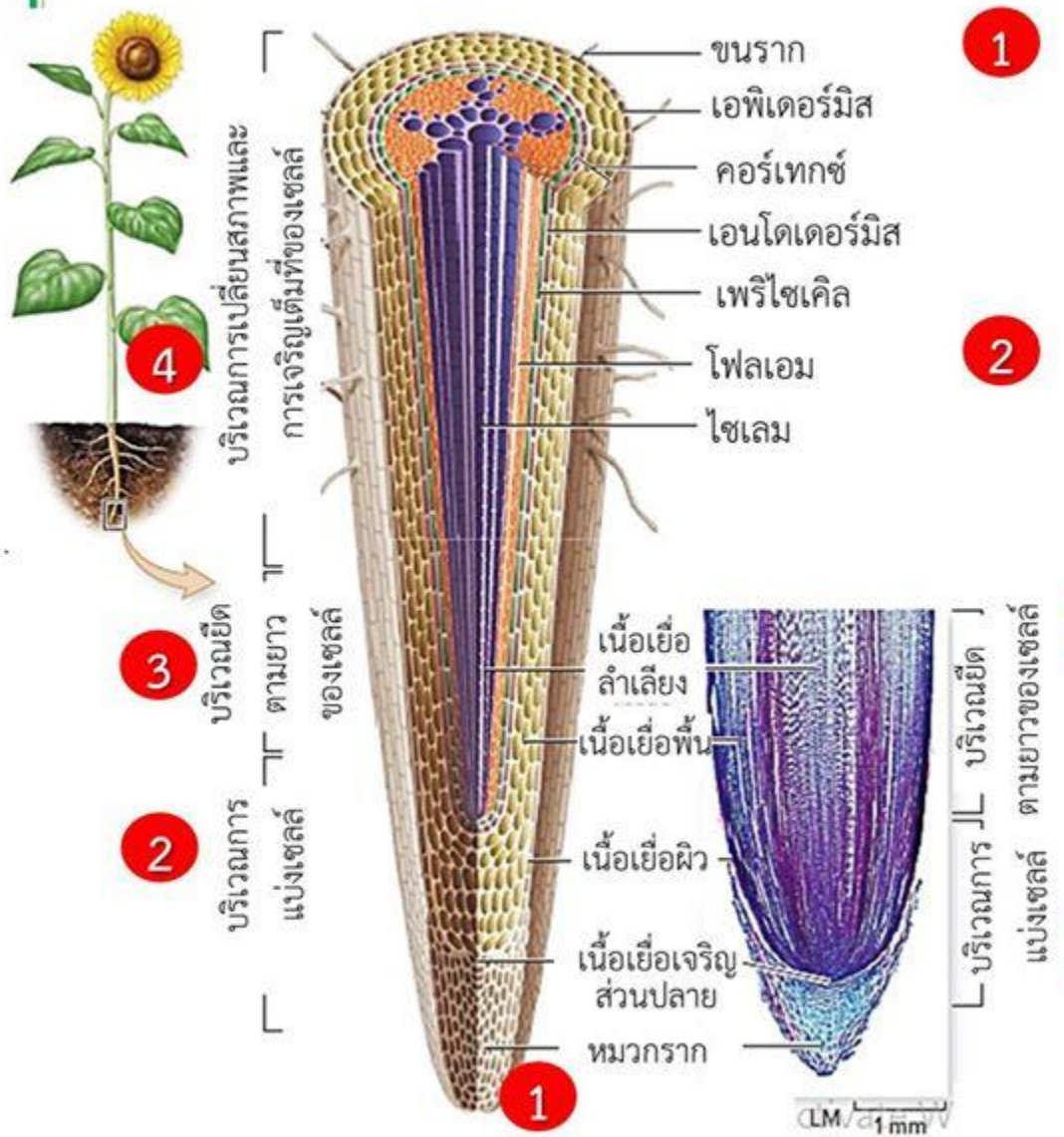
หมวกราก (root cap)



บริเวณการยืดตัวตามยาวของเซลล์
(region of cell elongation)

หมวกราก (root cap)

โครงสร้างและหน้าที่ของราก (structure and function of root)



1. **Root cap** ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาหลายชั้นทำหน้าที่ไม่ให้เซลล์บริเวณปลายรากถูกทำลาย

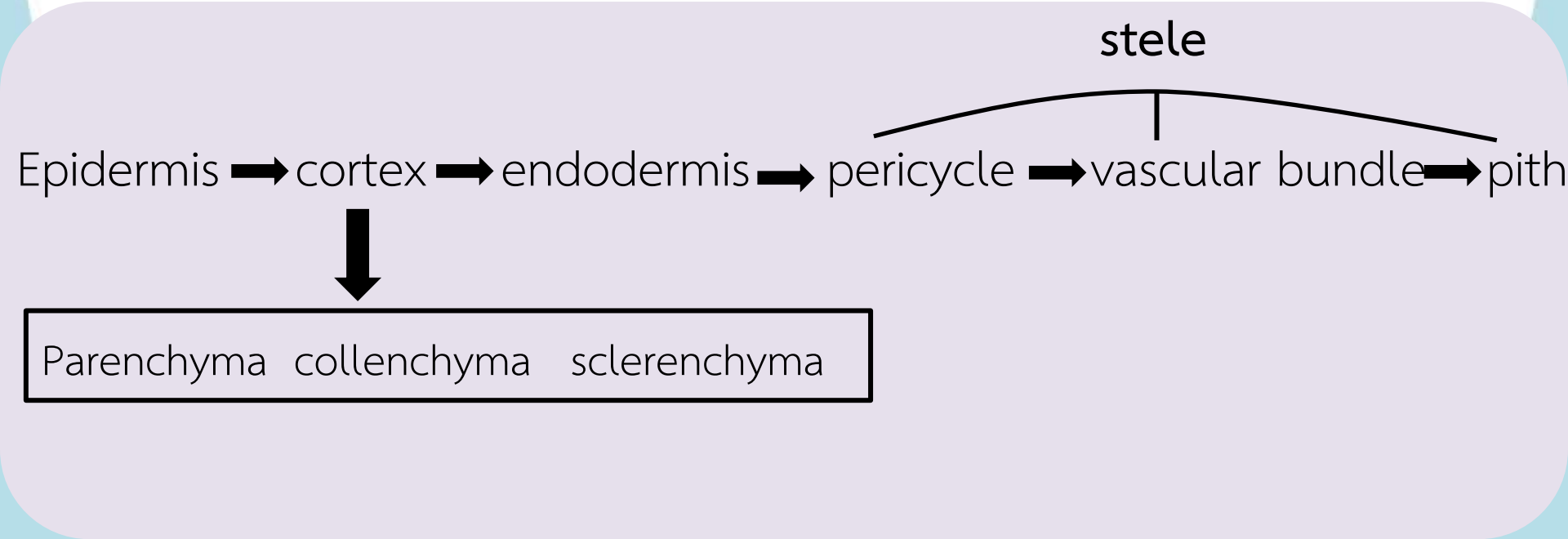
2. **Zoon of cell division** อยู่ถัดจากหมวกรากขึ้นมา มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

3. **Zoon of cell elongation** เป็นบริเวณที่เซลล์มีการยืดขยายขนาดตามยาว แต่ไม่มีการแบ่งเซลล์

4. **Zoon of cell maturation** เป็นบริเวณที่มีการเปลี่ยนสภาพและเจริญไปเป็นเนื้อเยื่อต่าง ๆ

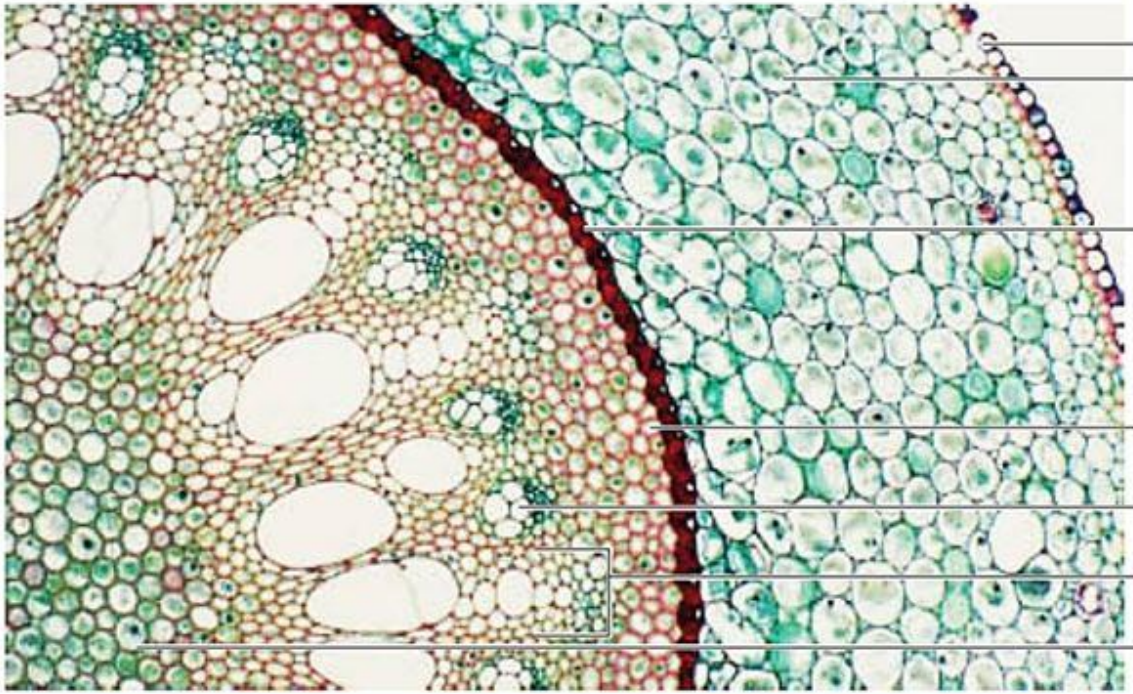
โครงสร้างภายในราก

โครงสร้างภายในของรากประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 อาณาเขต จากข้างนอกเข้าไปข้างใน คือ เอพิเดอร์มิส (epidermis) คอร์เทกซ์ (cortex) และสตีล (stele) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



โครงสร้างและหน้าที่ของราก (structure and function of root)

โครงสร้างตัดตามขวางของรากพืช/โครงสร้างภายใน



ลำดับการจัดเรียงตัวของเนื้อเยื่อของบริเวณนี้ เรียงจากชั้นนอกสุดเข้าไปในสุด เป็นดังนี้

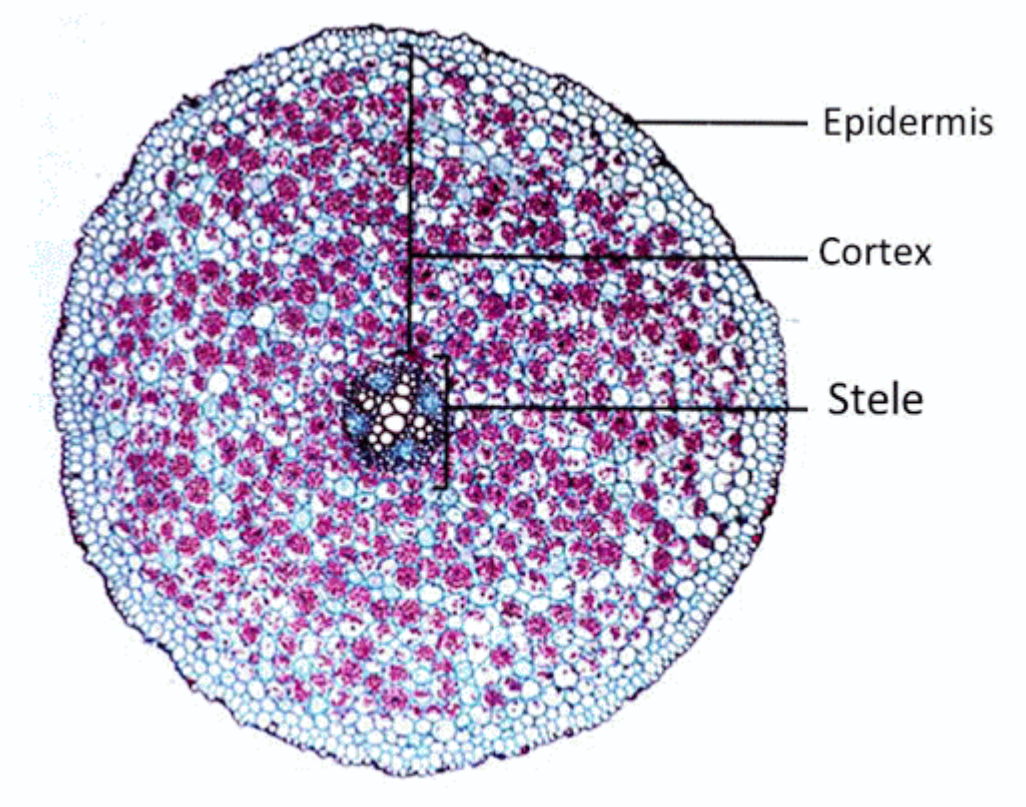
เอพิเดอร์มิส → คอร์เทกซ์ → สตีล → พิธ

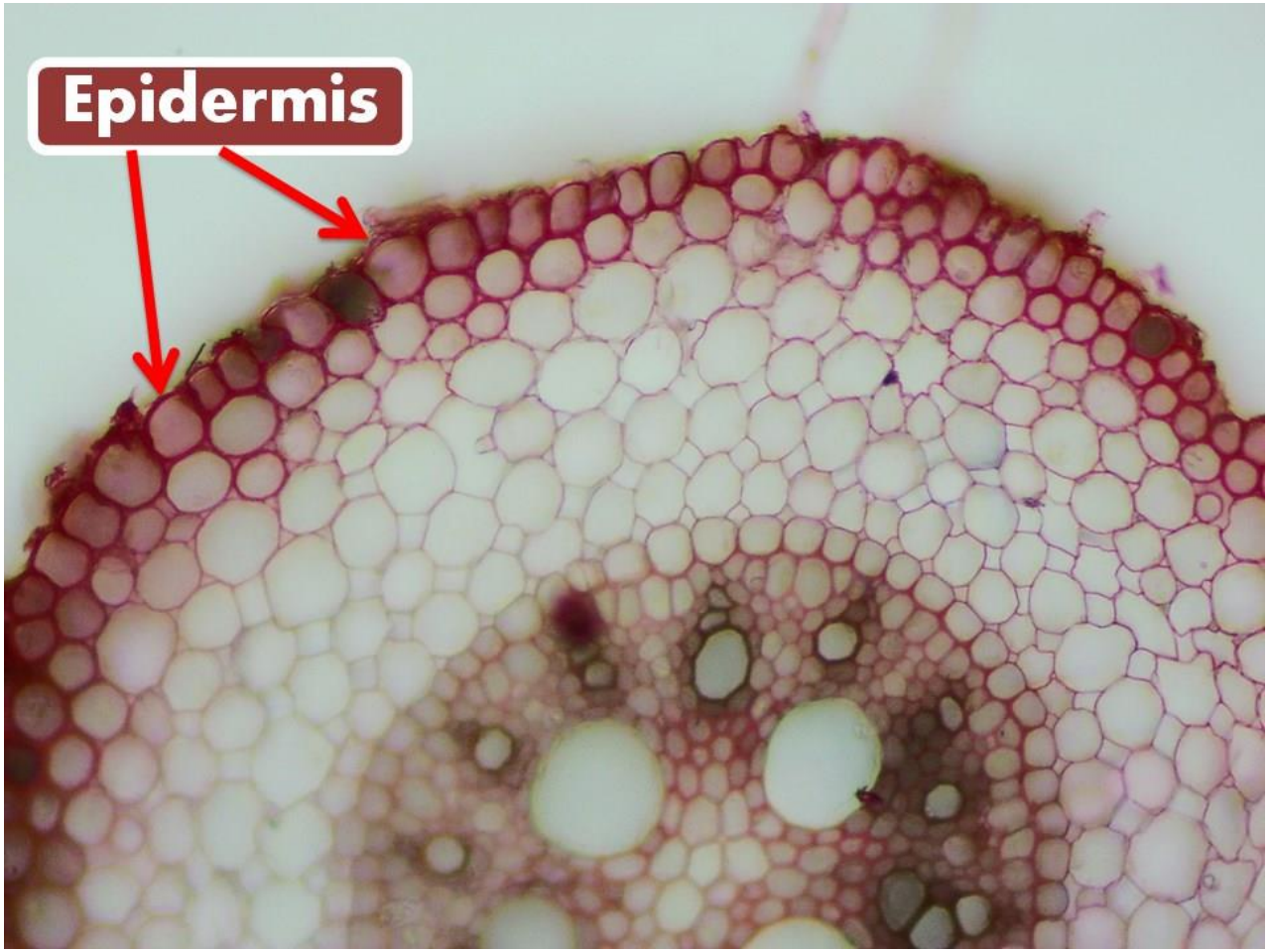
คอร์เทกซ์: พาเรงคิมา, เอนโดเดอร์มิส

สตีล: เพริไซเคิล, มัดท่อลำเลียง

เอพิเดอร์มิส (epidermis)

ประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวกันหนาเพียงชั้นเดียวอยู่นอกสุดของราก ผนังเซลล์บาง ไม่มีคลอโรพลาสต์ บางเซลล์เปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์ขนราก (root hair)



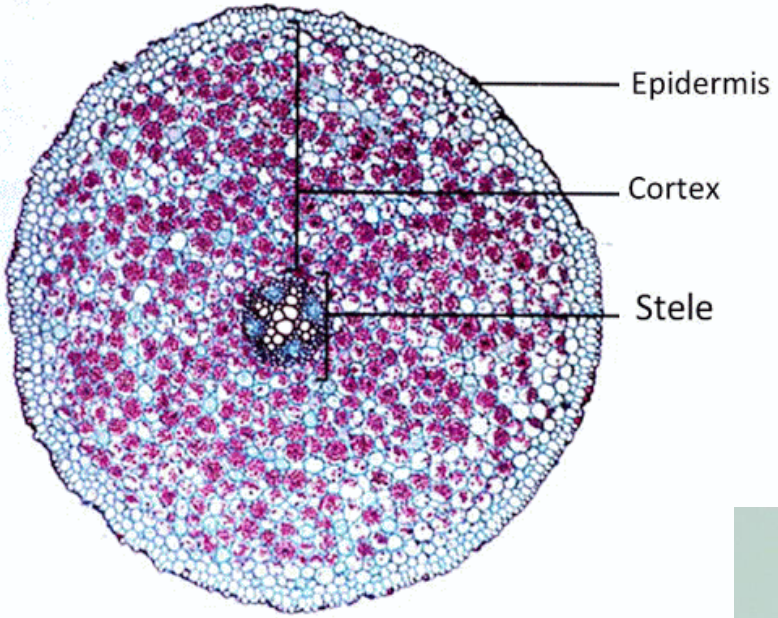

Epidermis

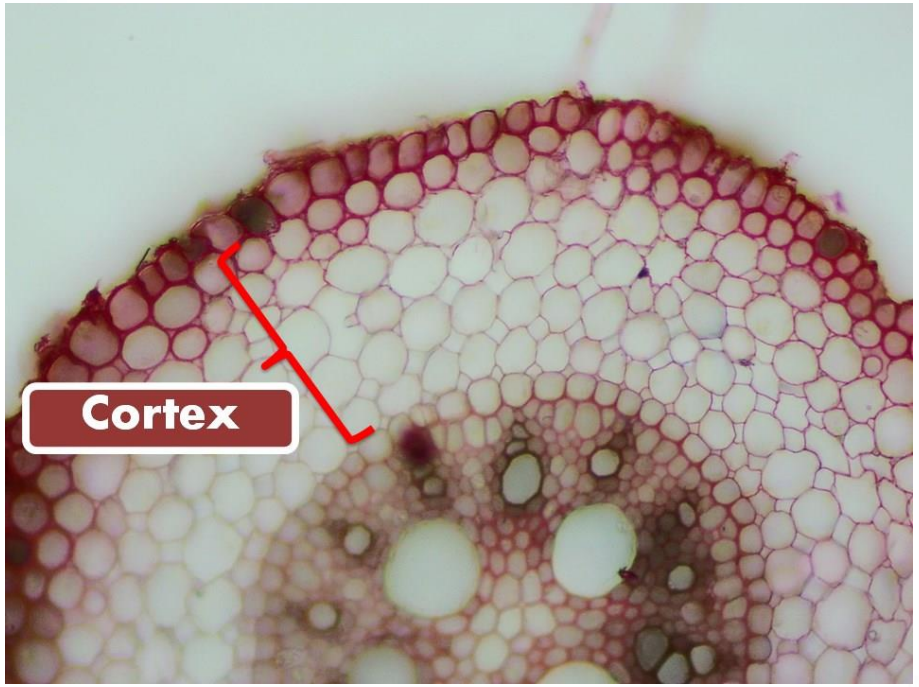
2. คอร์เทกซ์ (cortex)

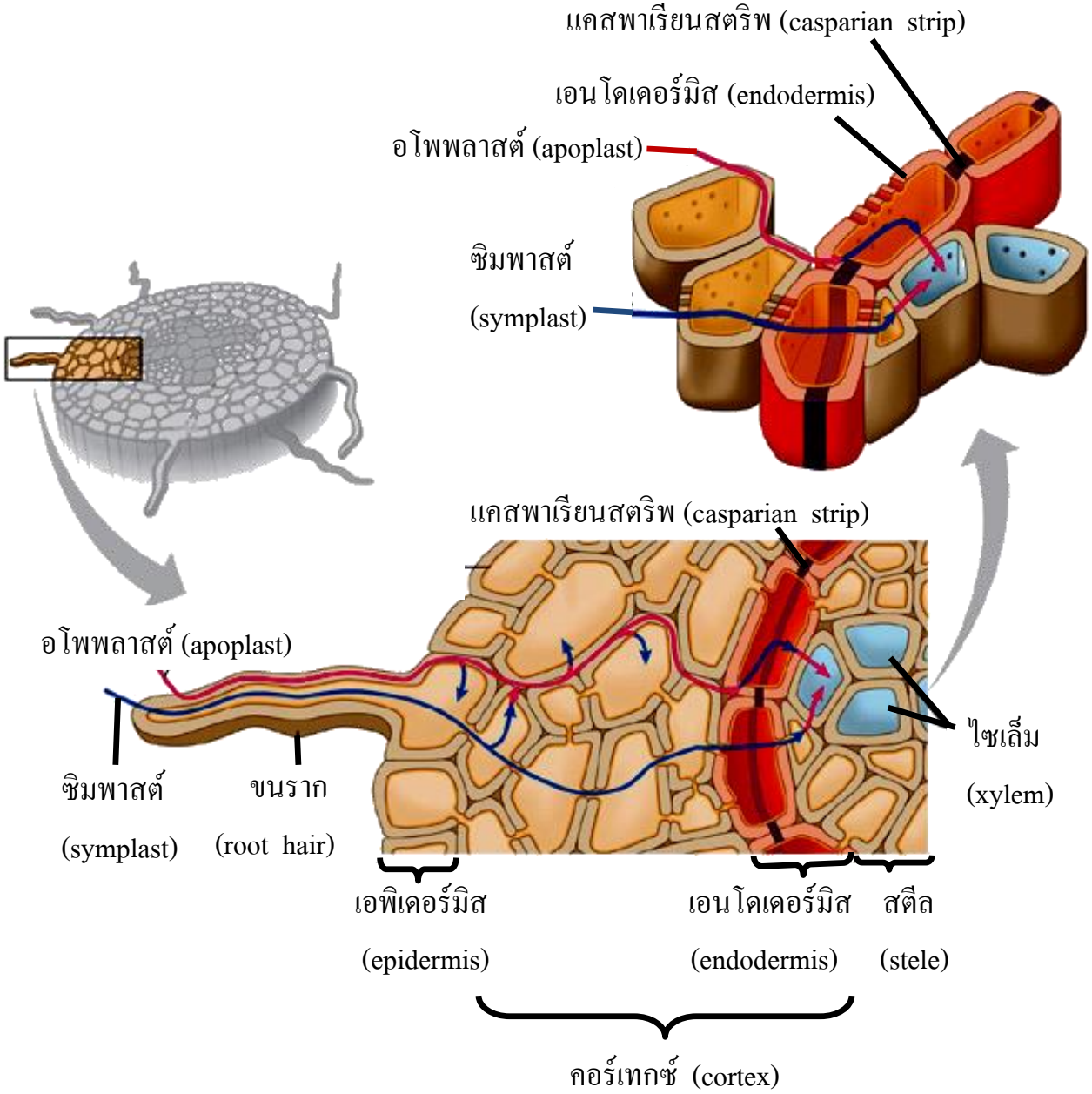
-อยู่ถัดจากเอพิเดอร์มิส

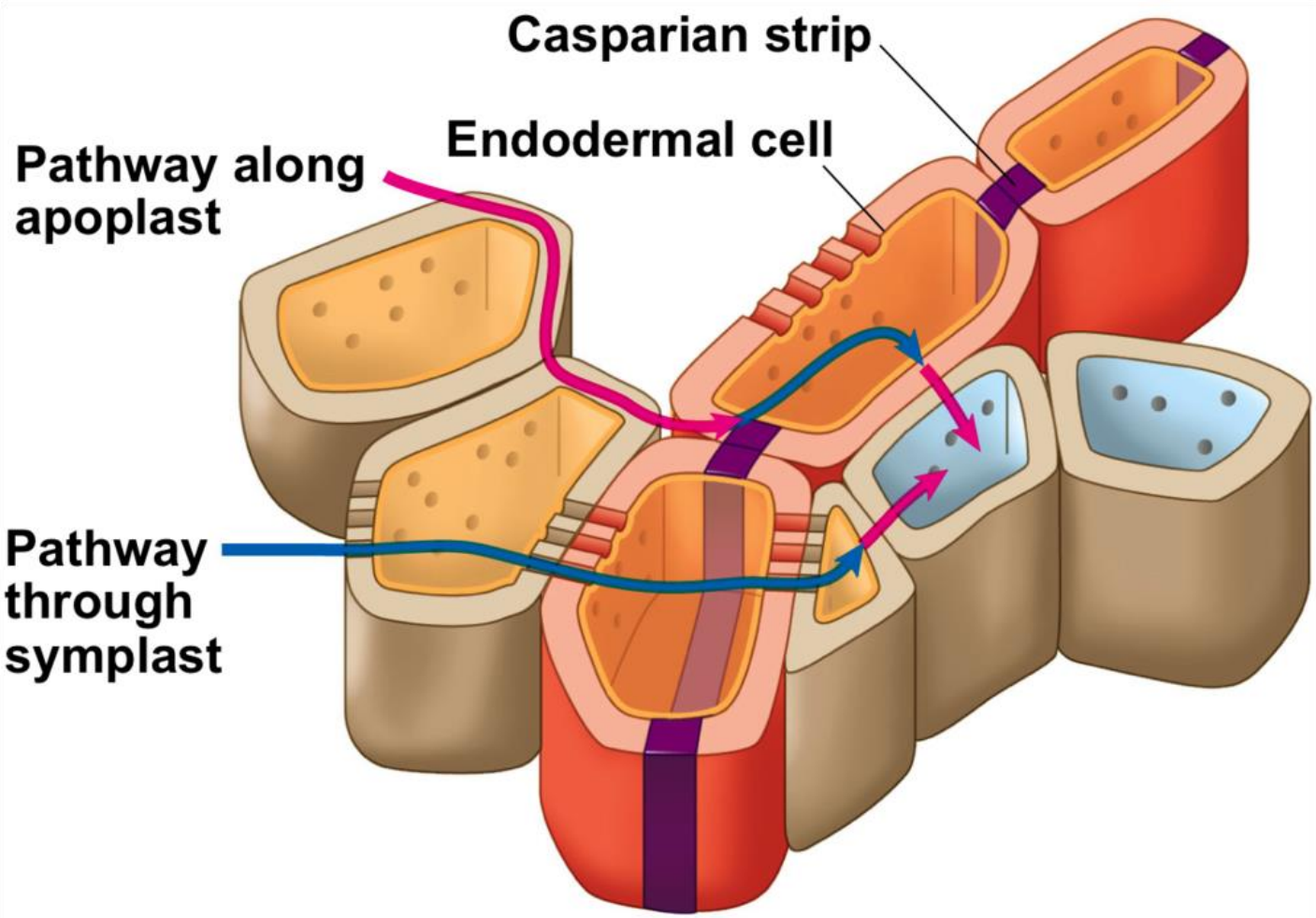
-เซลล์เรียงตัวกันหลายแถวส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมา

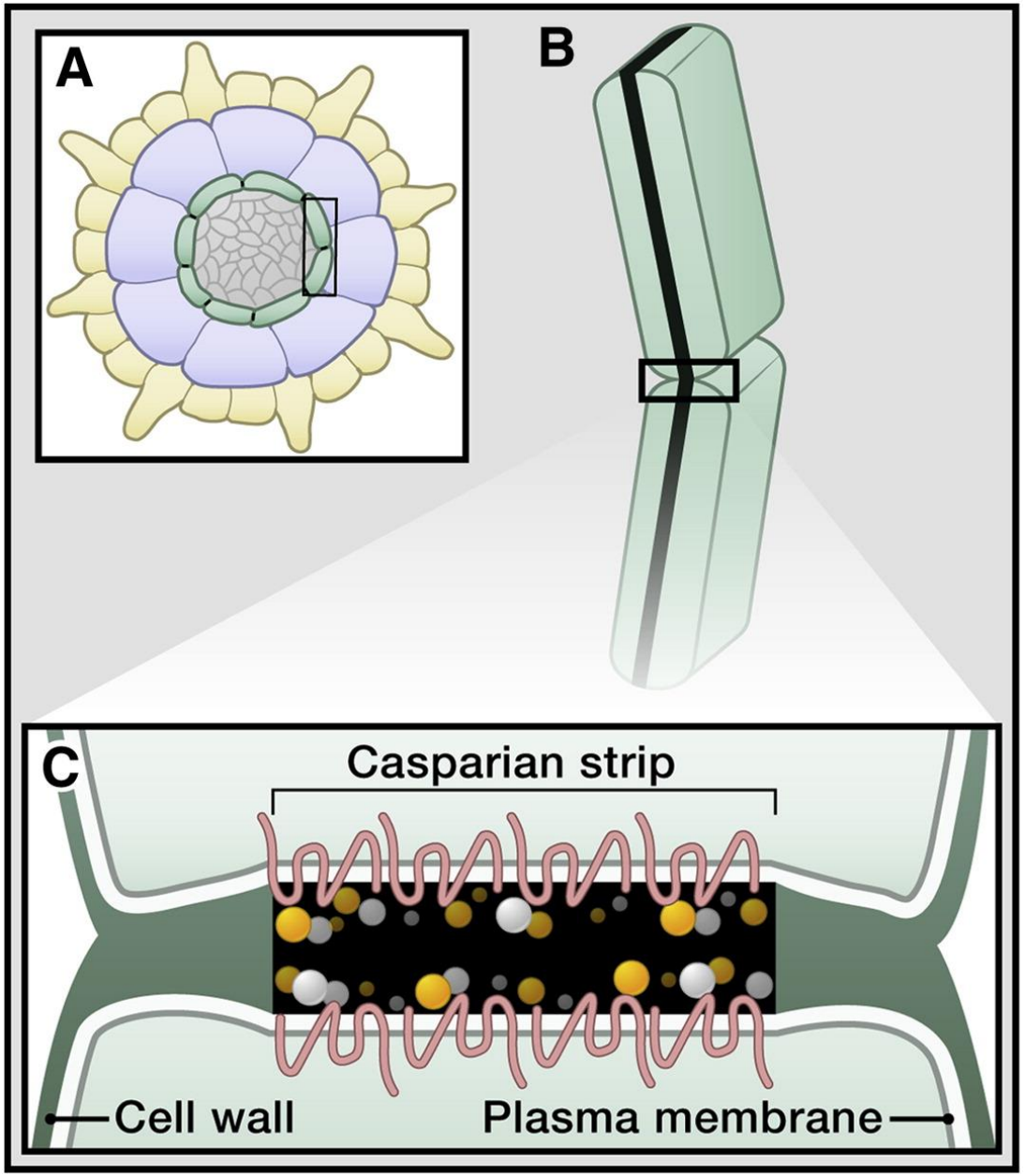
-ชั้นในสุดคอร์เทกซ์ คือ เอนโดเดอร์มิส มีลักษณะเป็นเซลล์เรียงตัวกันแถวเดียว เซลล์พาเรงคิมาแต่ผนังเซลล์มีลักษณะพิเศษคือ มีสารซูเบอรินสะสมเป็นแถบเล็ก ๆ รอบเซลล์ ยกเว้นผนังเซลล์ด้านที่ขนาน กับเอพิเดอร์มิส เรียก **แถบแคสพาเรียน หรือ แคสพาเรียนสติพ (casparian strip)**

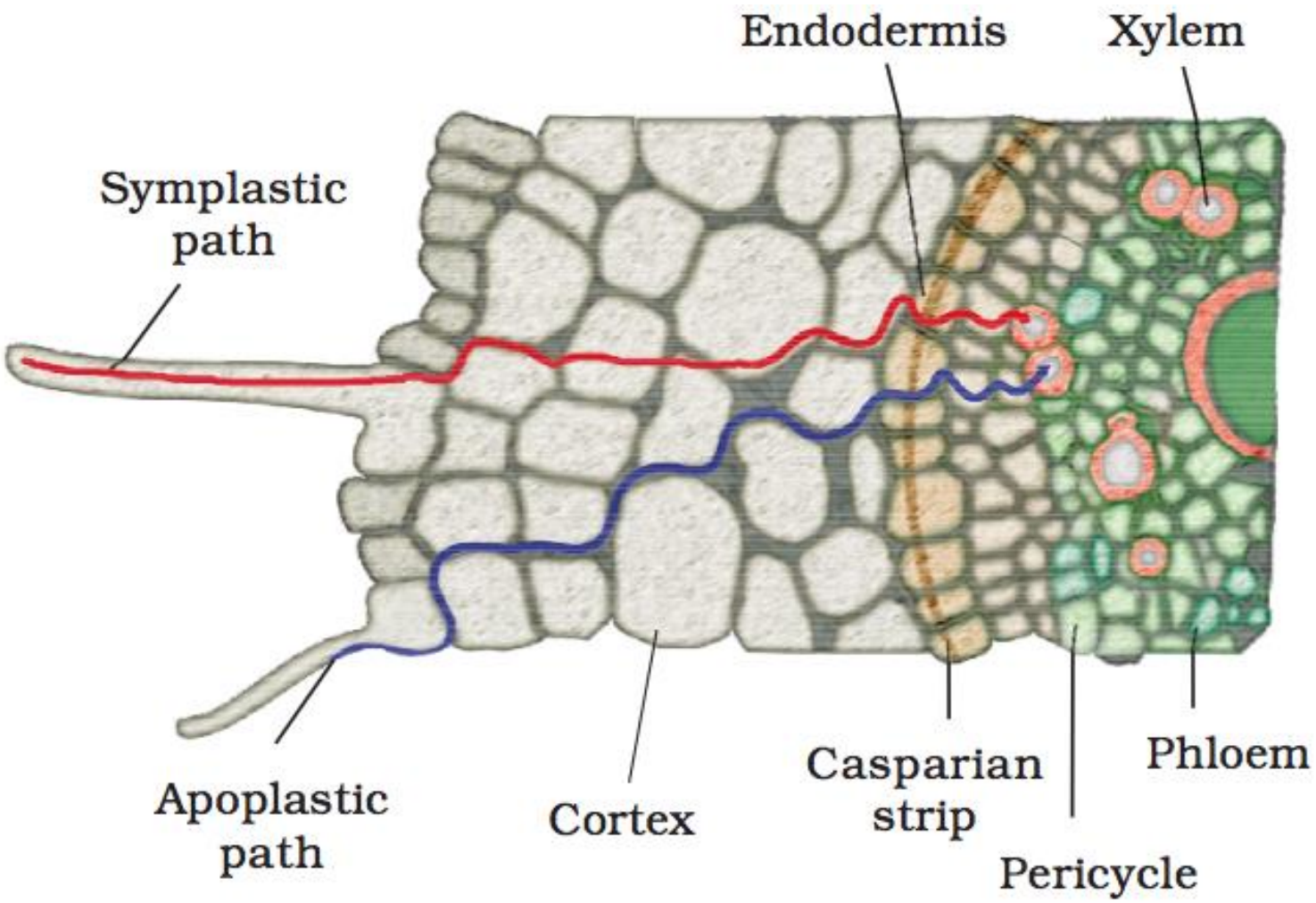

Epidermis
Cortex
Stele


Cortex


แคสพาเรียนสตริพ (casparian strip)
เอนโดเดอร์มิส (endodermis)
อโพพลาสต์ (apoplast)
ซิมพาสต์
(symplast)
แคสพาเรียนสตริพ (casparian strip)
อโพพลาสต์ (apoplast)
ซิมพาสต์
(symplast)
ขนราก
(root hair)
ไซเล็ม
(xylem)
เอพิเดอร์มิส
(epidermis)
เอนโดเดอร์มิส
(endodermis)
สตีล
(stele)
คอร์เทกซ์ (cortex)


Casparian strip
Endodermal cell
Pathway along apoplast
Pathway through symplast

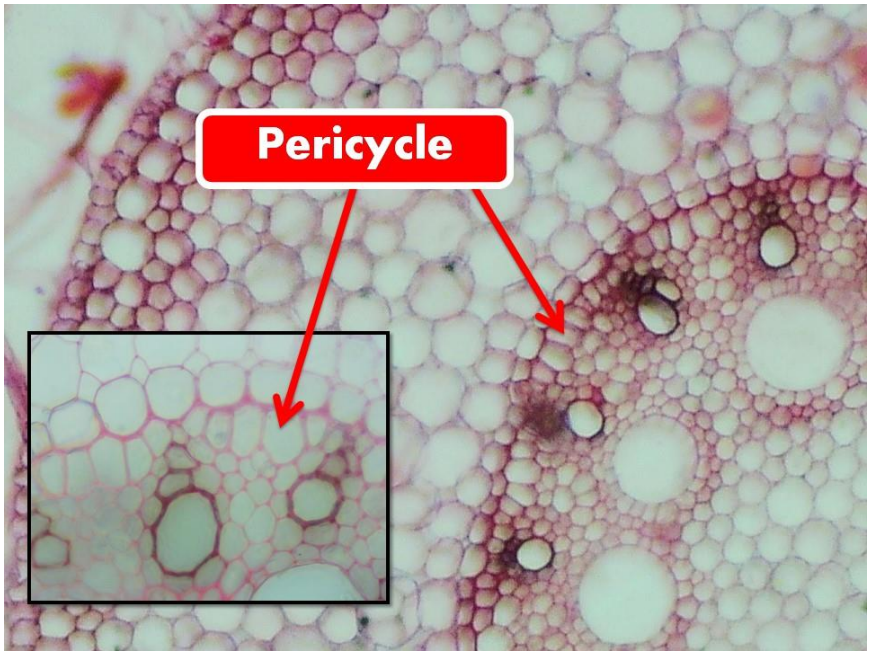

A
B
C
Casparian strip
Cell wall
Plasma membrane

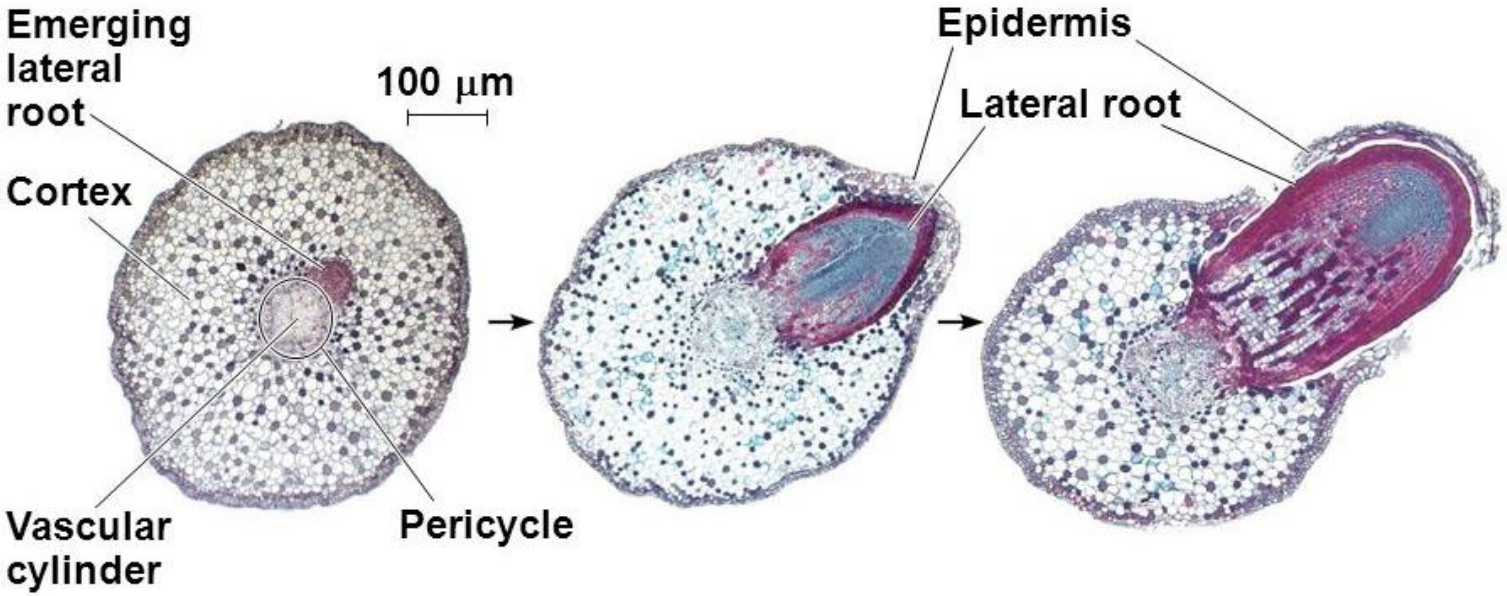

Endodermis
Xylem
Symplastic path
Apoplastic path
Cortex
Casparian strip
Pericycle
Phloem

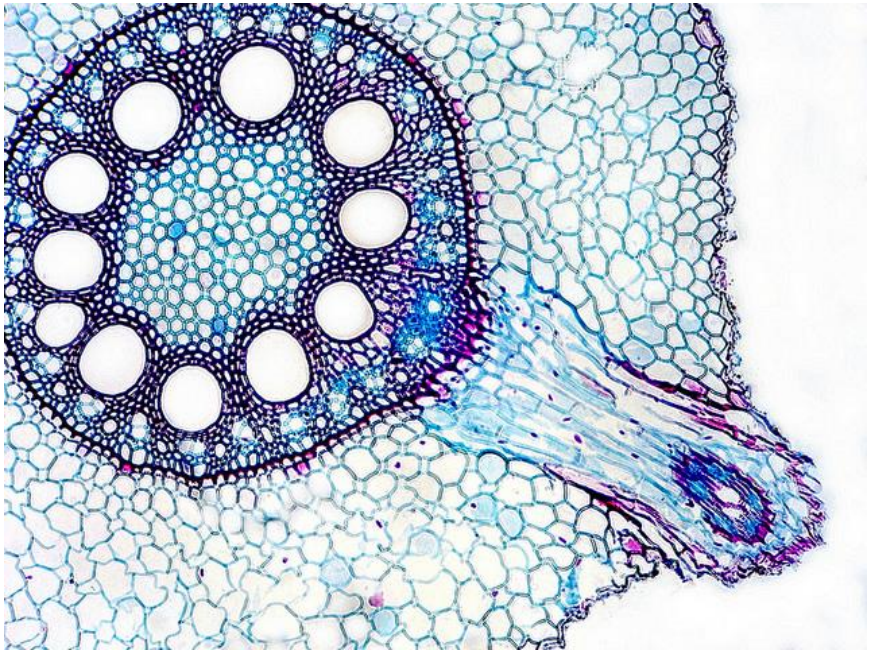
3. สตีล (stele) อยู่ถัดจากชั้นเอนโดเดอร์มิสเข้าไปประกอบด้วยชั้นต่างๆ ดังนี้

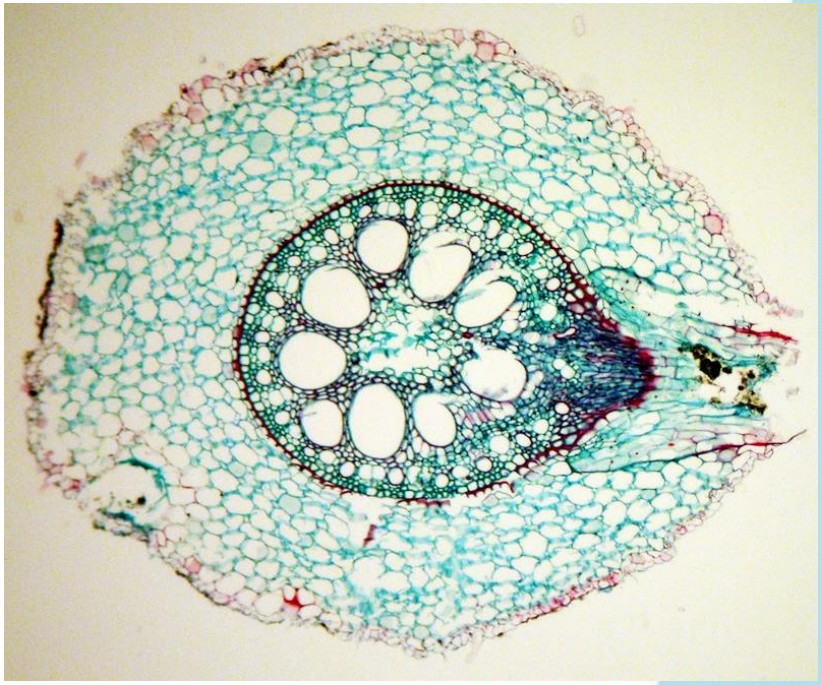
3.1 เพริไซเคิล (pericycle)

- เป็นเนื้อเยื่อพวกพาเรงคิมาเรียงเป็นวง อาจมีชั้นเดียวหรือหลายชั้นแล้วแต่ชนิดของพืช
- อยู่ใต้เอนโดเดอร์มิส
- เป็นเนื้อเยื่อเจริญแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เพื่อสร้างรากแขนง (lateral root)
- พบเฉพาะในรากเท่านั้น

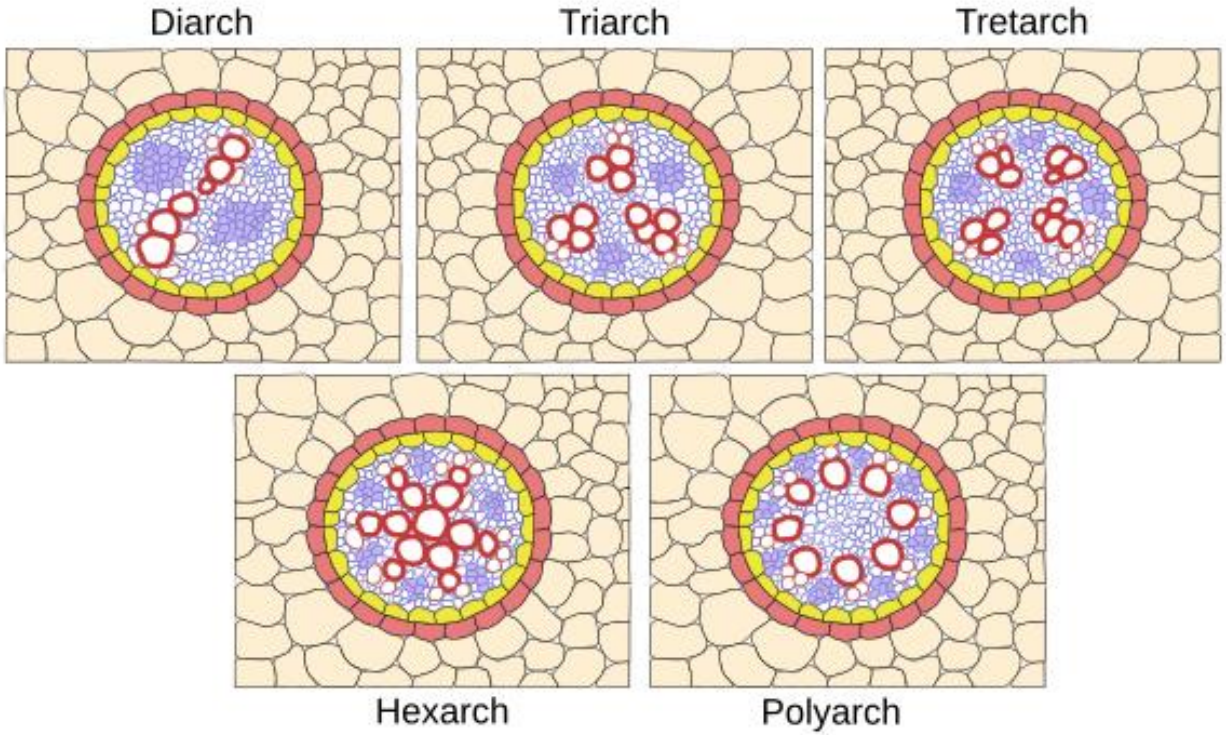



Emerging lateral root
100 μm
Cortex
Vascular cylinder
Pericycle
Epidermis
Lateral root





3.2 กลุ่มท่อลำเลียง (vascular bundle) ประกอบด้วยโฟลเอ็มปฐมภูมิ (primary phloem) และไซเล็มปฐมภูมิ (primary xylem) เรียงตัวเป็นแฉก (arch) และมีโฟลเอ็มอยู่ระหว่างแฉก จำนวนแฉกของไซเล็มมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพืชแต่ละชนิด

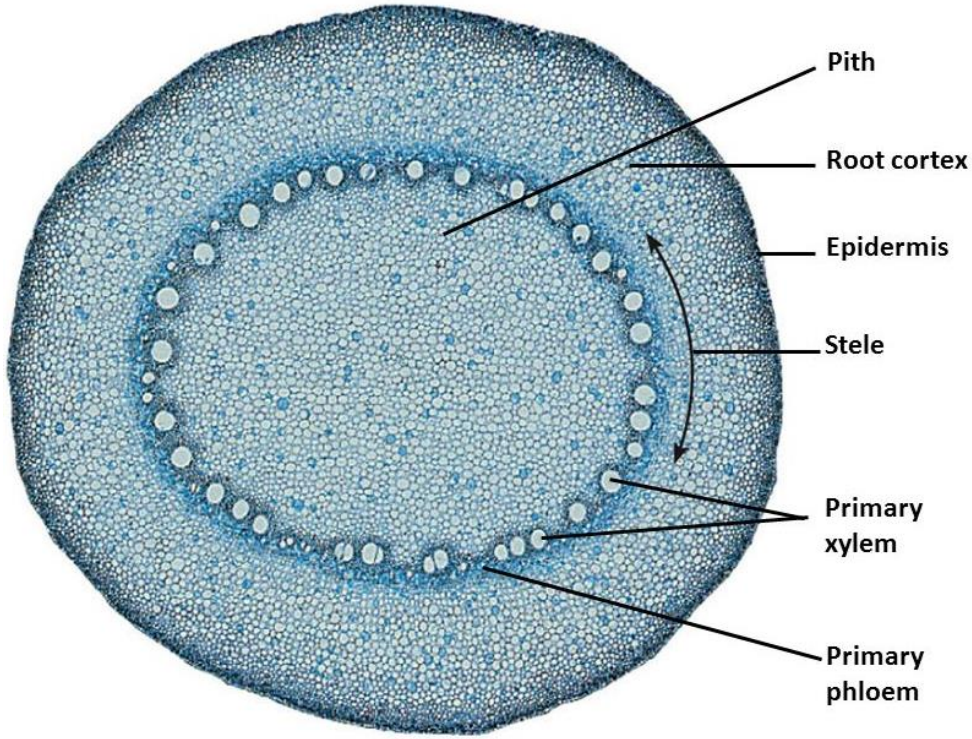


3 พิธ (pith)

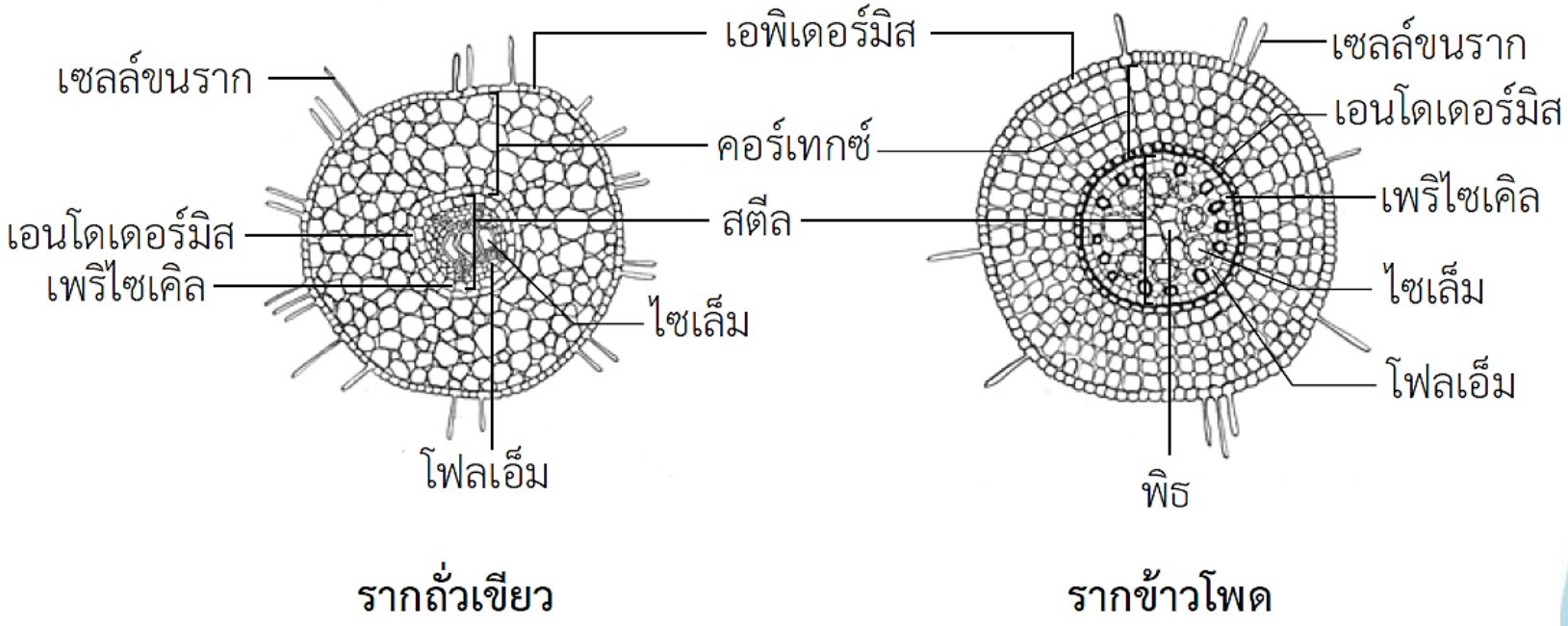
- เป็นไส้ในที่อยู่บริเวณตรงกลางของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมา

ทำหน้าที่สะสมน้ำและอาหาร

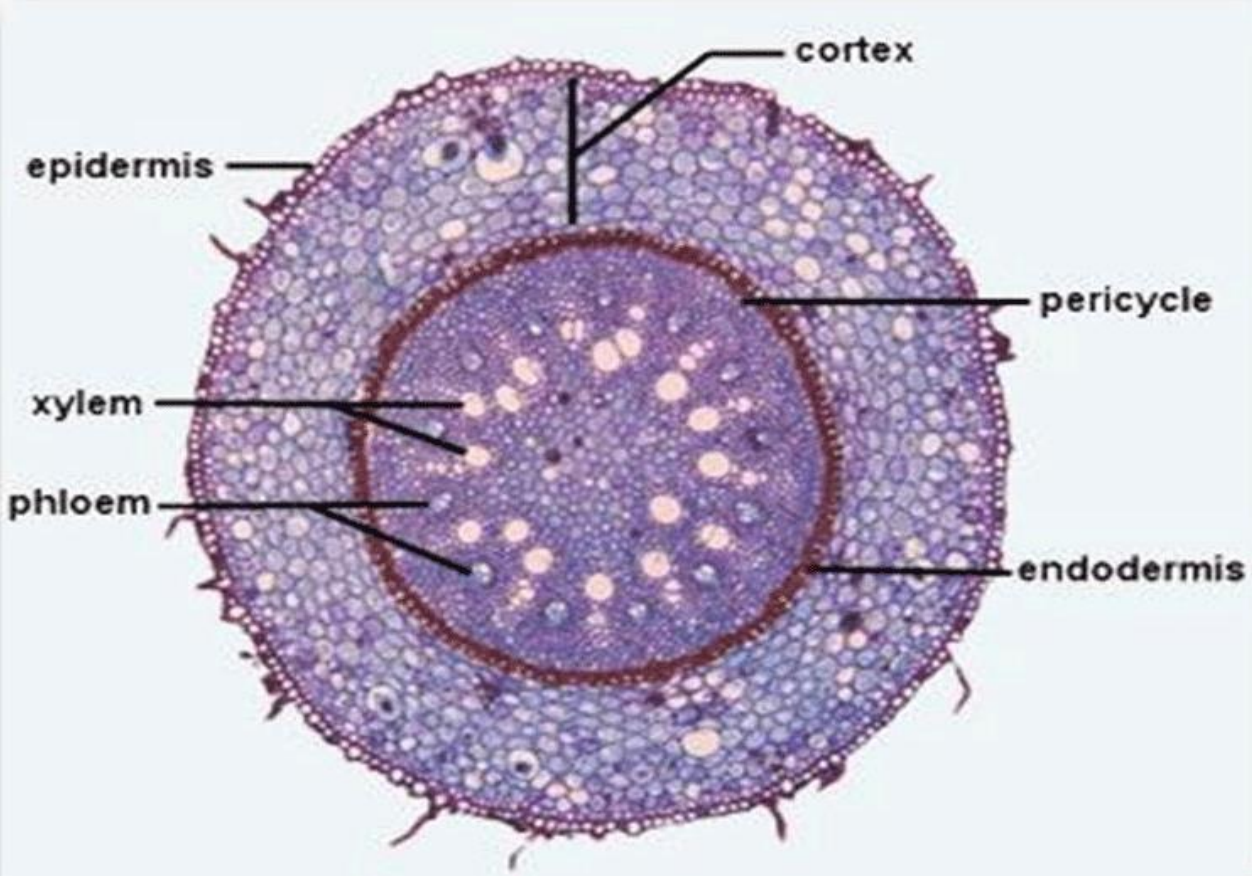
- รากพืชใบเลี้ยงคู่ตรงกลางเป็นไซเล็ม



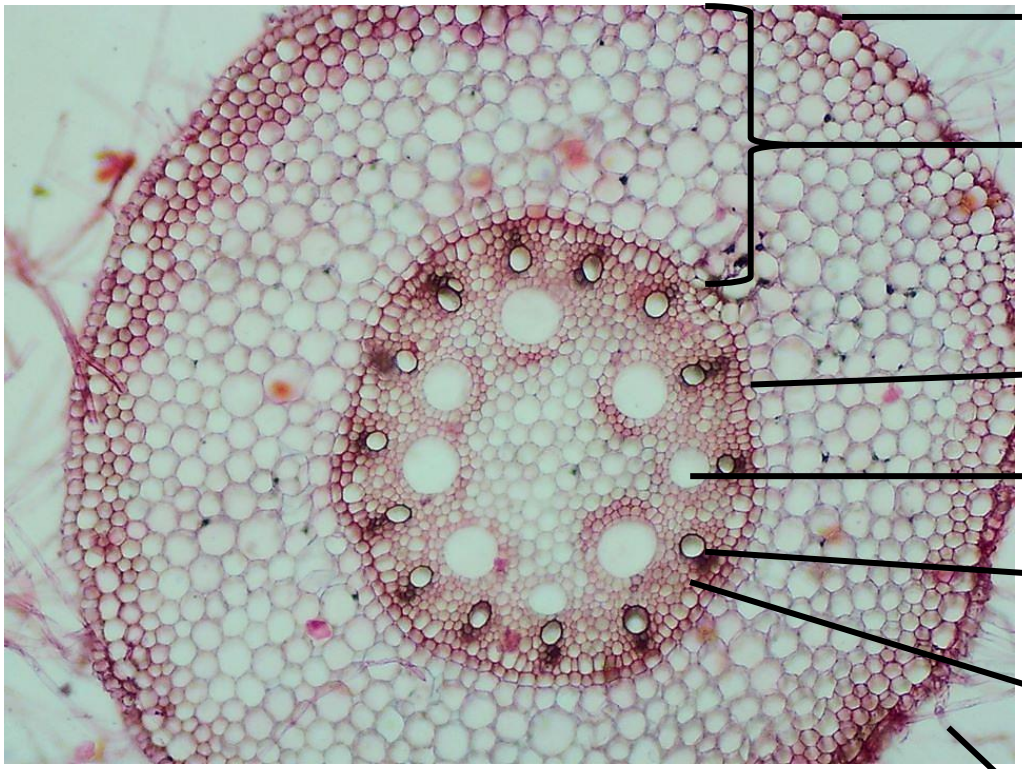
โครงสร้างภายในของรากระยะที่มีการเติบโตปฐมภูมิ



รากถั่วเขียว **รากข้าวโพด**


cortex
epidermis
pericycle
xylem
phloem
endodermis

โครงสร้างภายในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว



เอพิเดอร์มิส (epidermis)

คอร์เทกซ์ (cortex)

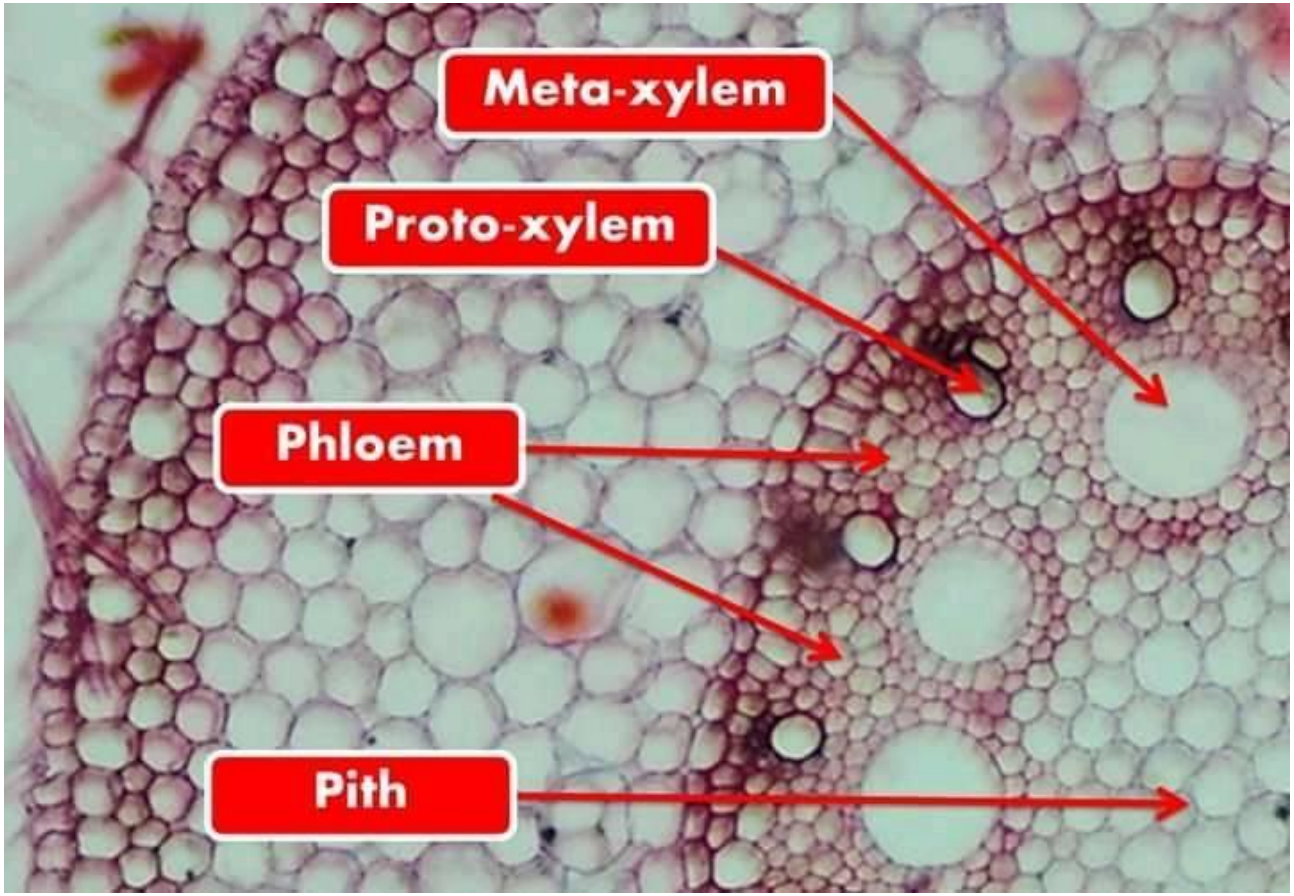
เอนโดเดอร์มิส (endodermis)

ไซเล็ม (xylem)

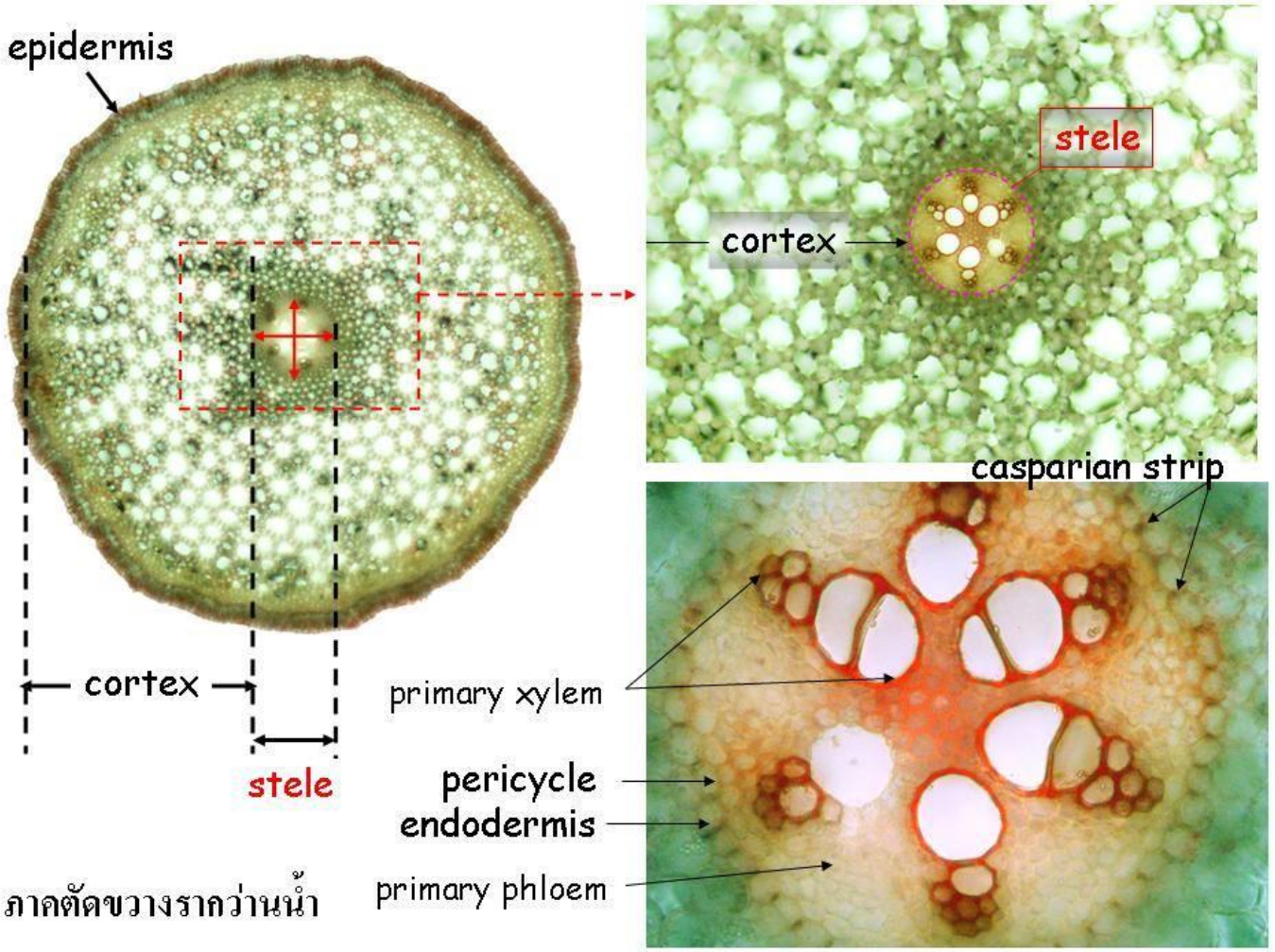
โฟลเอ็ม(phloem)

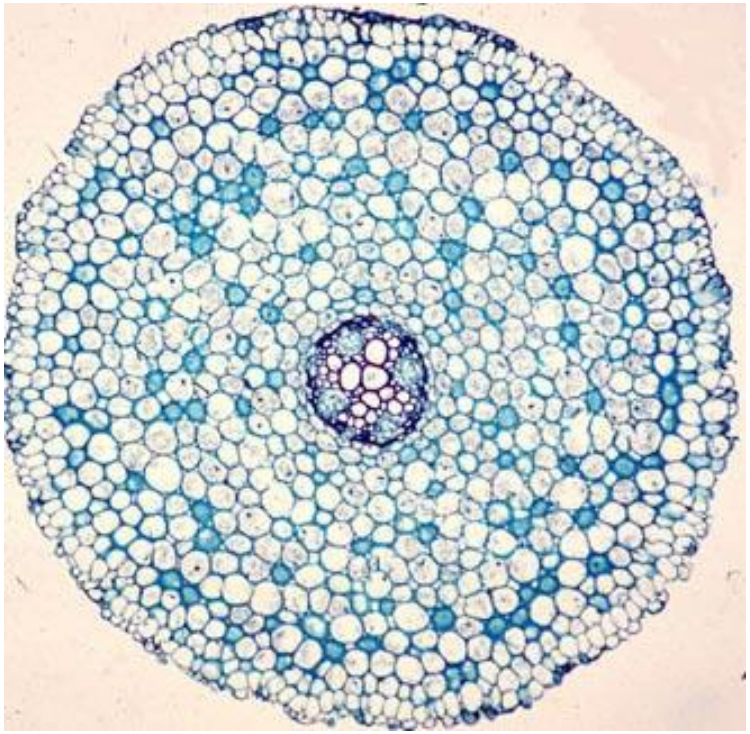
เพริไซเคิล (pericycle)

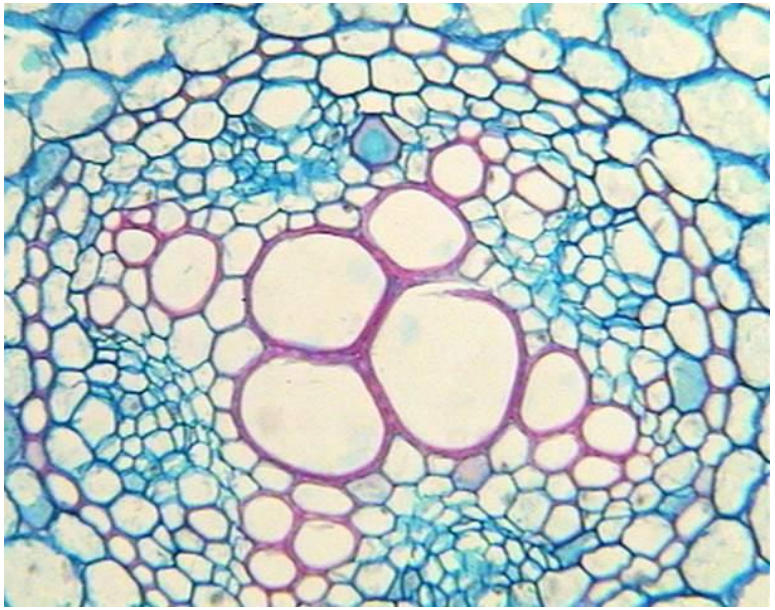
ขนราก (root hair)


Meta-xylem
Proto-xylem
Phloem
Pith

โครงสร้างภายในรากพืชใบเลี้ยงคู่





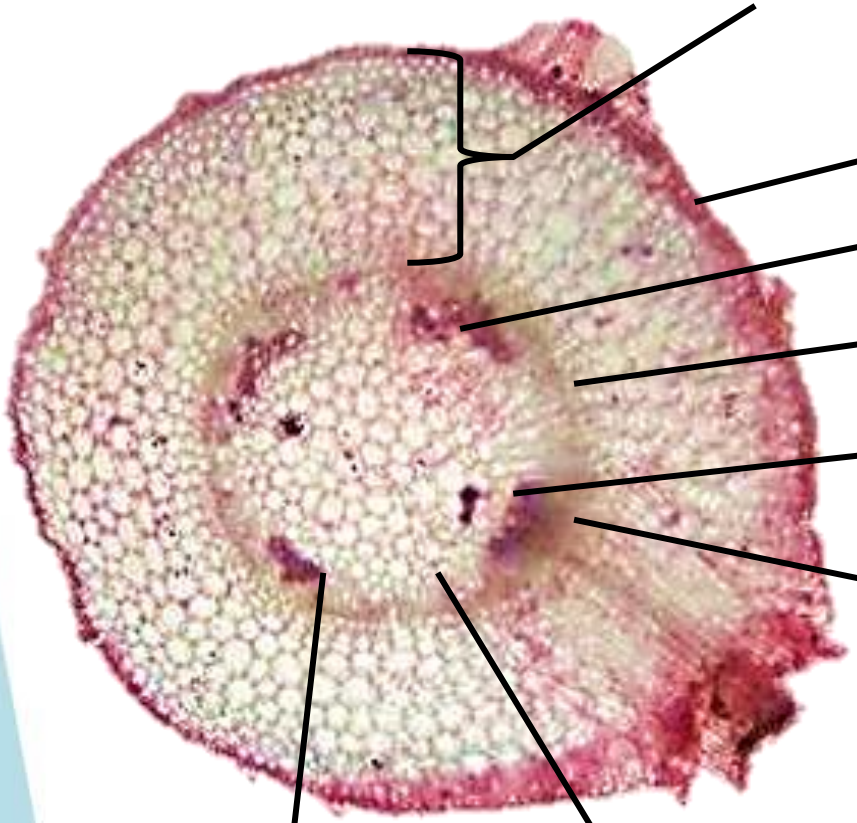


ตารางเปรียบเทียบชนิดของเซลล์หรือเนื้อเยื่อและการจัดเรียงเนื้อเยื่อบริเวณรากถั่วเขียวและข้าวโพดที่มีการเติบโตปฐมภูมิ

ชั้นเนื้อเยื่อ	รากถั่วเขียว	รากข้าวโพด
1. เอพิเดอร์มิส	เอพิเดอร์มิสเรียงเป็นแถวเดียว ประกอบด้วยเซลล์ผิวและเซลล์ขนราก	เอพิเดอร์มิสเรียงเป็นแถวเดียว ประกอบด้วยเซลล์ผิวและเซลล์ขนราก
2. คอร์เทกซ์	ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา ด้านในสุดพบเอนโดเดอร์มิส	ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา ด้านในสุดพบเอนโดเดอร์มิส
3. สตีล		
3.1 เพริไซเคิล	ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาเรียงเป็นวง 1- 2 แถว	ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาเรียงเป็นวง 1- 2 แถว
3.2 วาสคิวลาร์บันเดิล	กลุ่มเซลล์ในไซเล็ม เห็นเรียงเป็นแฉกมี 4 แฉก และมีกลุ่มเซลล์ในโฟลเอ็มแทรกอยู่ระหว่างแฉก	ไซเล็มมีจำนวนแฉกมากกว่าพืชใบเลี้ยงคู่ นับได้มากกว่า 10 แฉก และมีกลุ่มเซลล์ในโฟลเอ็มแทรกอยู่ระหว่างแฉก
3.3 พิธ	ไม่มี	ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา

การเติบโตทุติยภูมิ (secondary growth)

เป็นการเจริญเติบโตที่ทำให้รากมีขนาดใหญ่ขึ้น เนื่องจากมีการสร้างเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้นจากการแบ่งเซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง **คือ วาสคิวลาร์แคมเบียม (vascular cambium) และคอร์กแคมเบียม (cork cambium)** จัดเป็นการเติบโตทุติยภูมิทำให้เกิดเนื้อเยื่อในกลุ่มท่อลำเลียงเพิ่มขึ้น วาสคิวลาร์แคมเบียมเปลี่ยนสภาพมาจากเซลล์ระหว่างไซเล็มปฐมภูมิ และโฟลเอ็มปฐมภูมิ แบ่งเซลล์สร้างไซเล็มทุติยภูมิ (secondary xylem) ทางด้านในและสร้างโฟลเอ็มทุติยภูมิ (secondary phloem) ทางด้านนอก


คอร์เทกซ์ (cortex)
เอพิเดอร์มิส (epidermis)
ไซเล็มทุติยภูมิ (secondary xylem)
เอนโดเดอร์มิส (endodermis)
ไซเล็มปฐมภูมิ (primary xylem)
เพริไซเคิล (pericycle)
โฟลเอ็ม (primary phloem)
วาสคิวลาร์แคมเบียม
(vascular cambium)

หน้าที่ของราก และชนิดของราก จำแนกตามหน้าที่พิเศษ รากทำหน้าที่สำคัญ คือ

1. ยึดเกาะพื้นดิน ให้ลำต้นตั้งอยู่ได้อย่างมั่นคง
2. ดูดน้ำและสารอาหารจากพื้นดิน
3. ลำเลียงน้ำและสารอาหารส่งไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของลำต้น
4. ทำหน้าที่พิเศษอื่น ๆ เช่น สังเคราะห์ด้วยแสง สะสมอาหาร หายใจ ผลิตฮอร์โมน และใช้ในการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ฯลฯ

รากสะสมอาหาร

Storage root

รากอวบใหญ่
ทำหน้าที่สะสมอาหาร

หัวชายเท้า มันเทศ
กระชาย มันสำปะหลัง
แครอท หัวบีท มันแกว

รากหายใจ

Aerial root

รากโผล่พ้นดิน
ขึ้นมาหายใจ
พบในพืชป่าชายเลน

โกงกาง ลำพู แสม

รากสังเคราะห์ด้วยแสง

Photosynthetic root

เป็นรากที่มีสีเขียว
(คลอโรฟิลล์)ทำหน้าที่
สังเคราะห์ด้วยแสง

รากกล้วยไม้

รากค้ำจุน

Prop root

รากโผล่ที่โคนต้นเหนือ
ดินแล้วเจริญลงดินเพื่อ
ค้ำจุนและพยุงลำต้น

รากของไทร เตยทะเล
ข้าวโพด

รากพูพอน

buttress root

รากที่เกิดจากโคนลำต้นแผ่ขยายออกเป็นปีกสัน

รากต้นงิ้ว รากตะแบก

รากกาฝาก

parasitic root

รากที่งอกแทงทะลุเข้าไปในลำต้น ดูดน้ำและแร่ธาตุของต้นอื่นมาให้ตนเอง

รากกาฝาก ราก ฝอยทอง

รากเกาะ

climbing

รากที่ยึดลำต้นกับผนัง กำแพง รั้ว

รากของพลู

รากพริกไทย