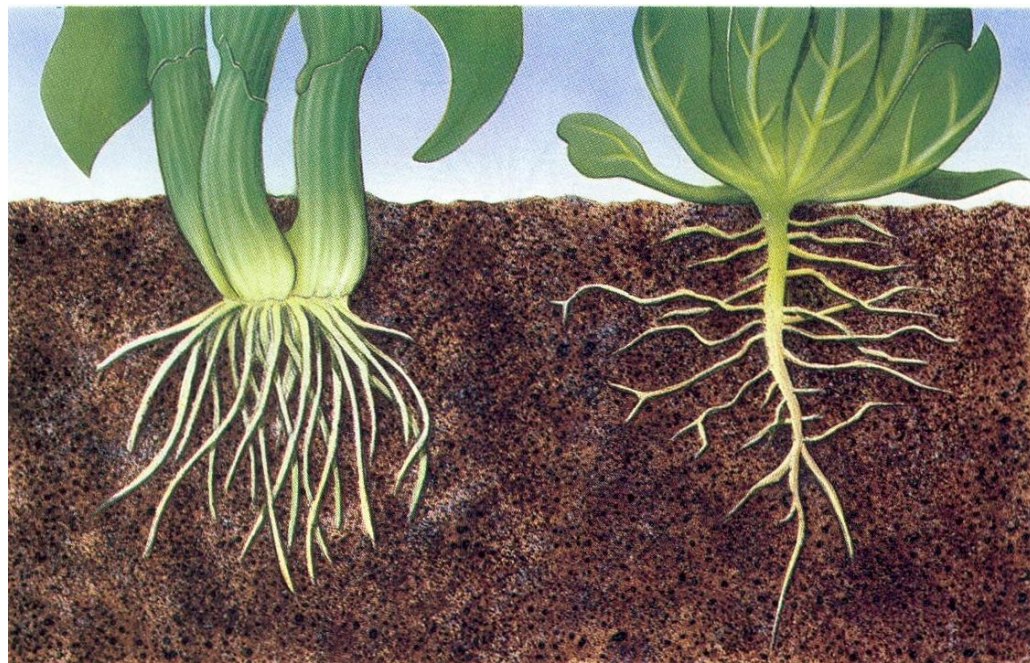


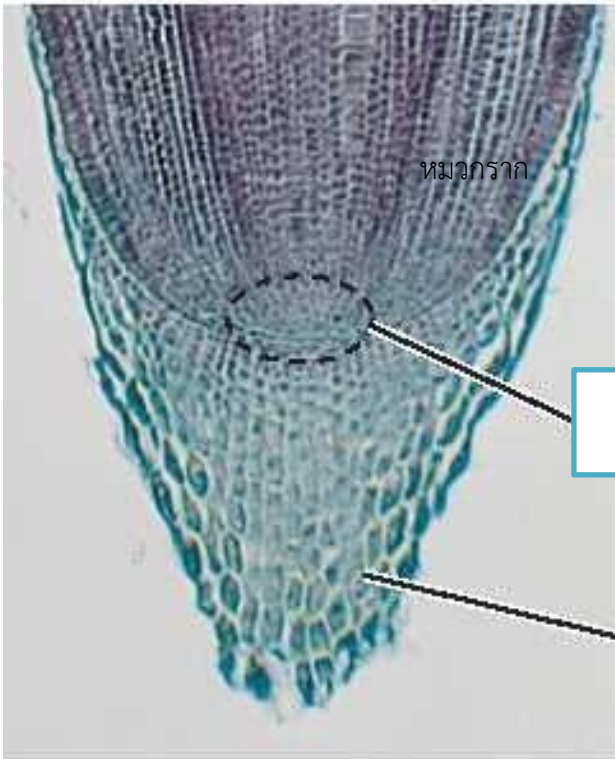
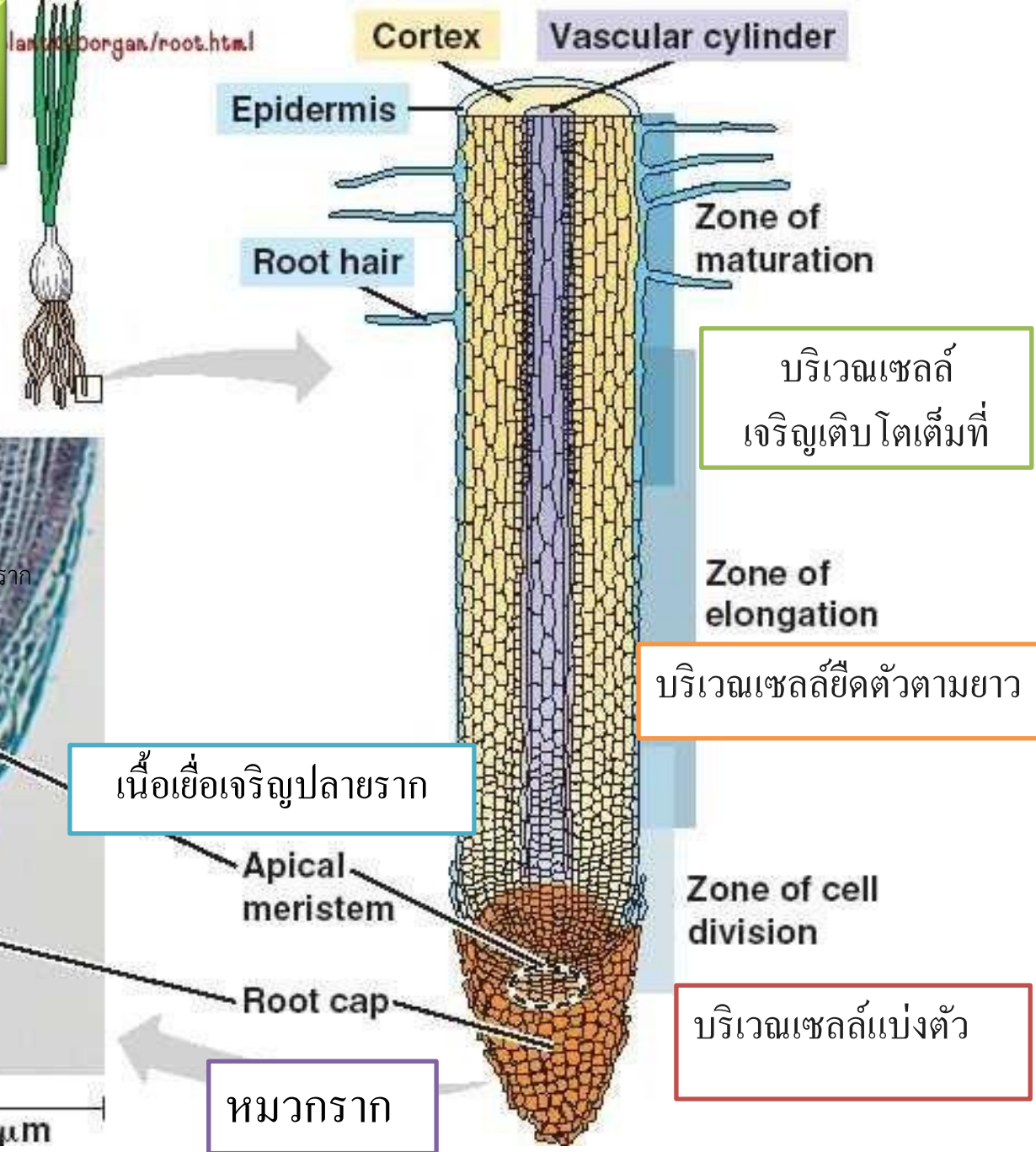
โครงสร้างและหน้าที่ของราก



การแบ่งบริเวณของราก

Key

- Dermal
- Ground
- Vascular



เนื้อเยื่อเจริญปลายราก

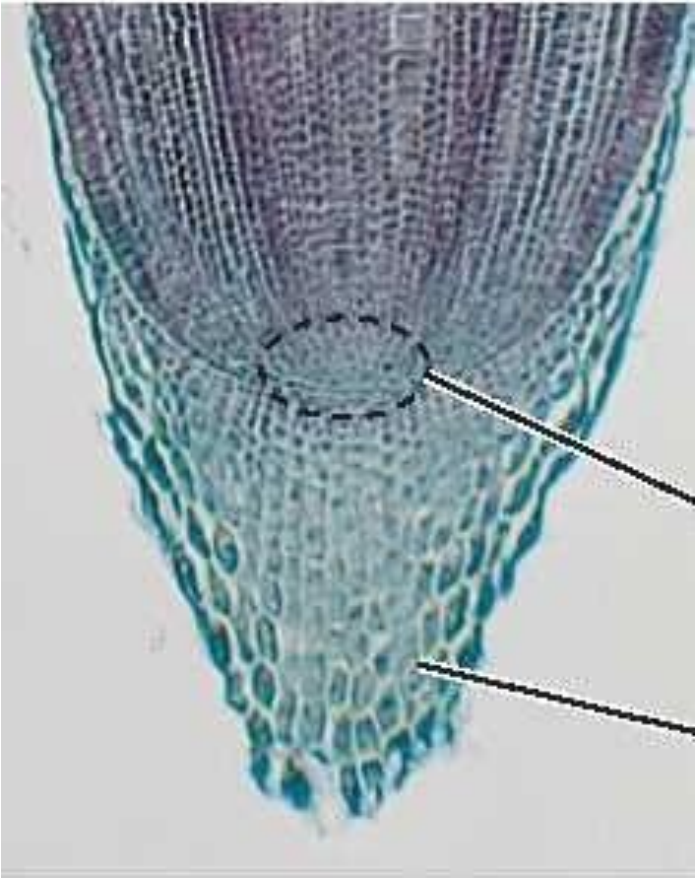
หมวกราก

บริเวณเซลล์
เจริญเติบโตเต็มที่

บริเวณเซลล์ยืดตัวตามยาว

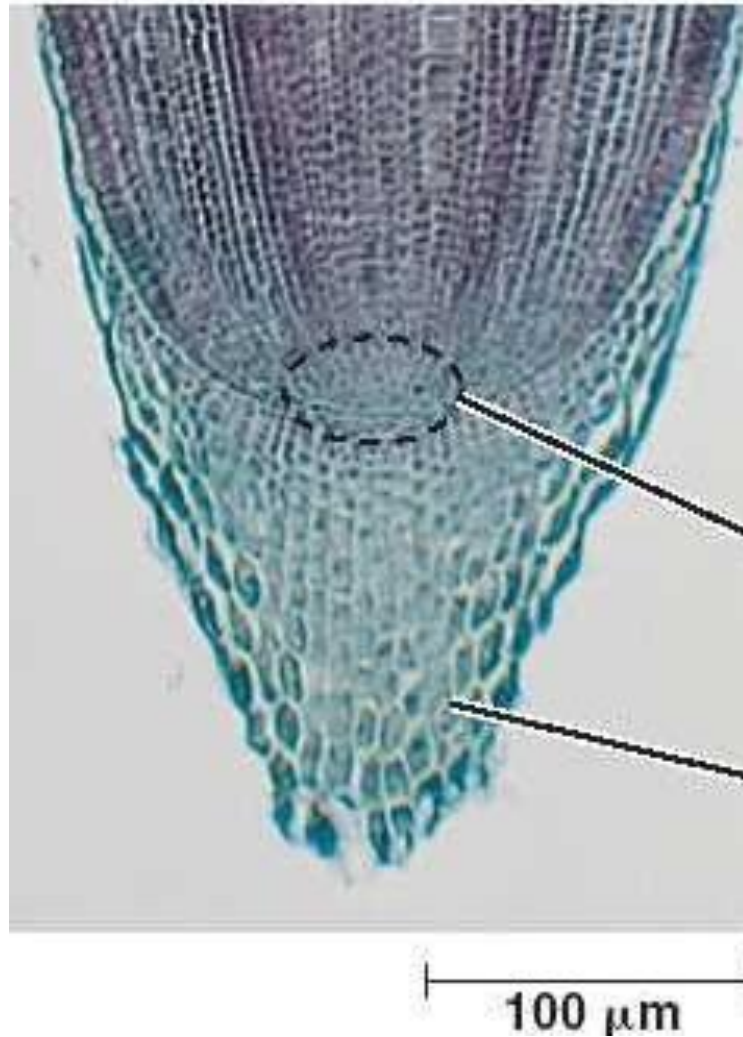
บริเวณเซลล์แบ่งตัว

1. บริเวณหมวกราก (Root cap)



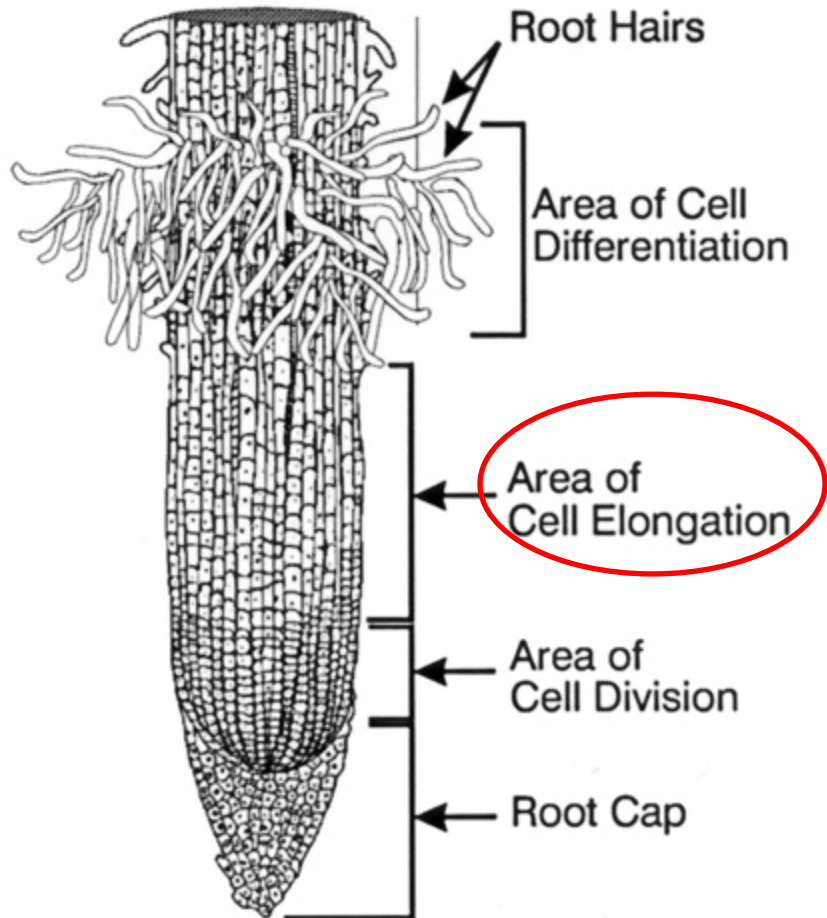
- ประกอบด้วยเซลล์ พาราคิมาหลายชั้น
- เซลล์เรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ
- เซลล์ในบริเวณนี้มีอายุสั้น เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีการฉีกขาดอยู่เสมอ เพราะส่วนนี้จะยาวออกไปและชอนไชลึกลงไปในดิน
- เป็นโครงสร้างที่ป้องกันไม่ให้ส่วนต่างๆ ของรากเป็นอันตรายในขณะที่รากมีการเจริญลงในดิน โดยเซลล์บริเวณหมวกรากจะหลั่งเมือกถื่น (Mucilage) ออกมา สำหรับให้ปลายรากแทงลงไปในดินได้ง่ายขึ้น

2. บริเวณเซลล์แบ่งตัว (Region of cell division)



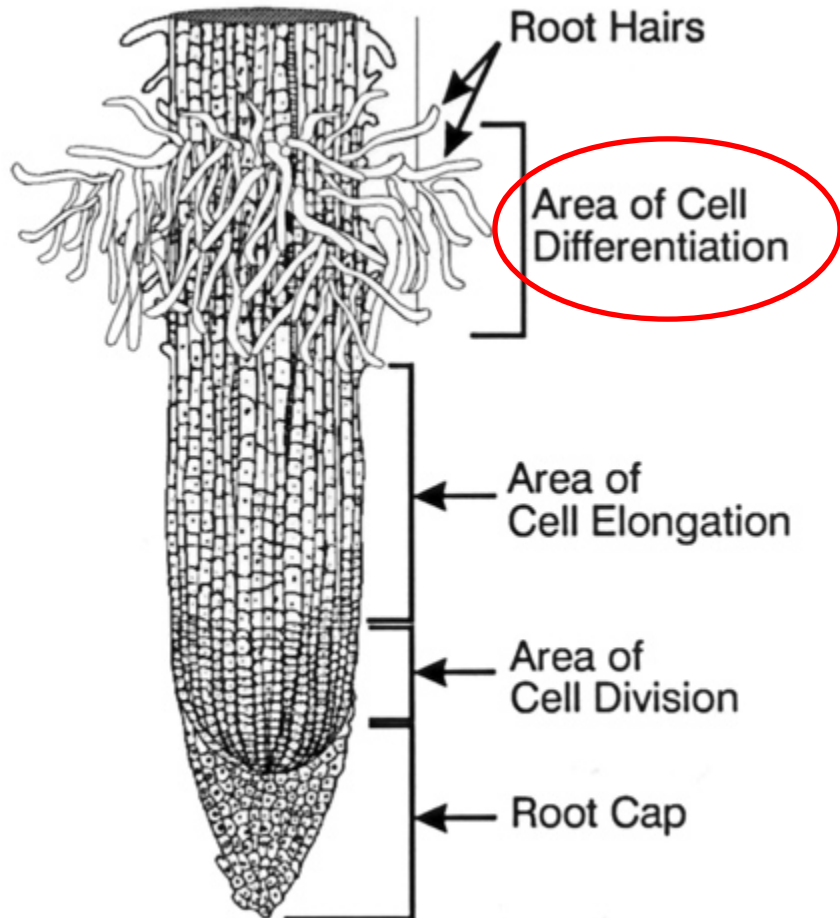
- อยู่ถัดจากบริเวณหุ้มกรากขึ้นไป
- ประกอบด้วยเซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญบริเวณปลายราก (**Apical meristem**)
- เป็นบริเวณที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (**Mitosis**) บางเซลล์ที่แบ่งได้จะทำหน้าที่แทนเซลล์หุ้มกรากที่ตายไปก่อนบางส่วนจะยืดตัวยาวขึ้นแล้วอยู่ในบริเวณเซลล์ยืดตัวที่เป็นส่วนที่อยู่สูงขึ้นไป

3. บริเวณเซลล์ยืดตัวตามยาว (Region of cell elongation)



- ประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปร่างยาว ซึ่งเกิดมาจากเซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญที่แบ่งตัวแล้ว
- อยู่ในบริเวณที่สูงกว่าบริเวณเนื้อเยื่อเจริญ
- การที่เซลล์ขยายตัวตามยาวทำให้รากยาวเพิ่มขึ้น

4. บริเวณเซลล์เจริญเติบโตเต็มที่ (Region of maturation)

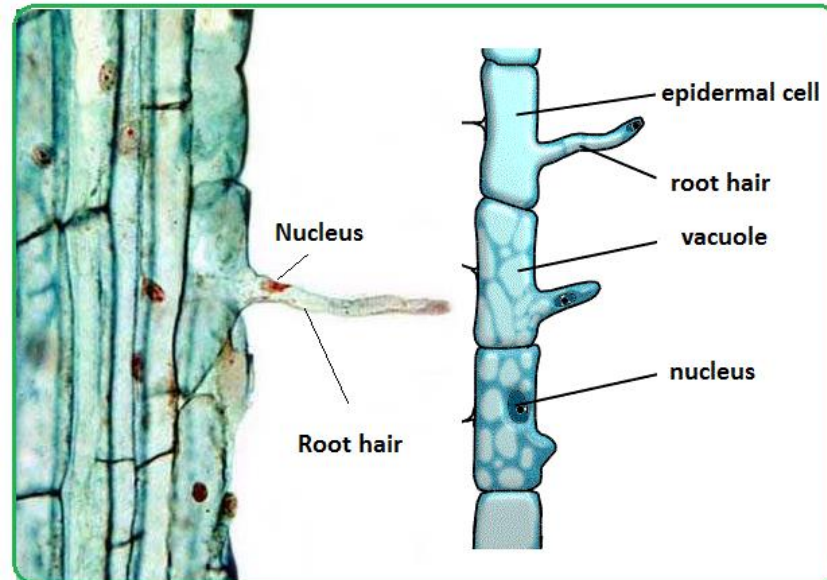


- อยู่สูงถัดจากบริเวณเซลล์ยืดยาวขึ้นมา เซลล์ในบริเวณนี้เจริญเติบโตเต็มที่แล้วมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเยื่อถาวรชนิดต่าง ๆ
- ในบริเวณนี้มีเซลล์ขนราก

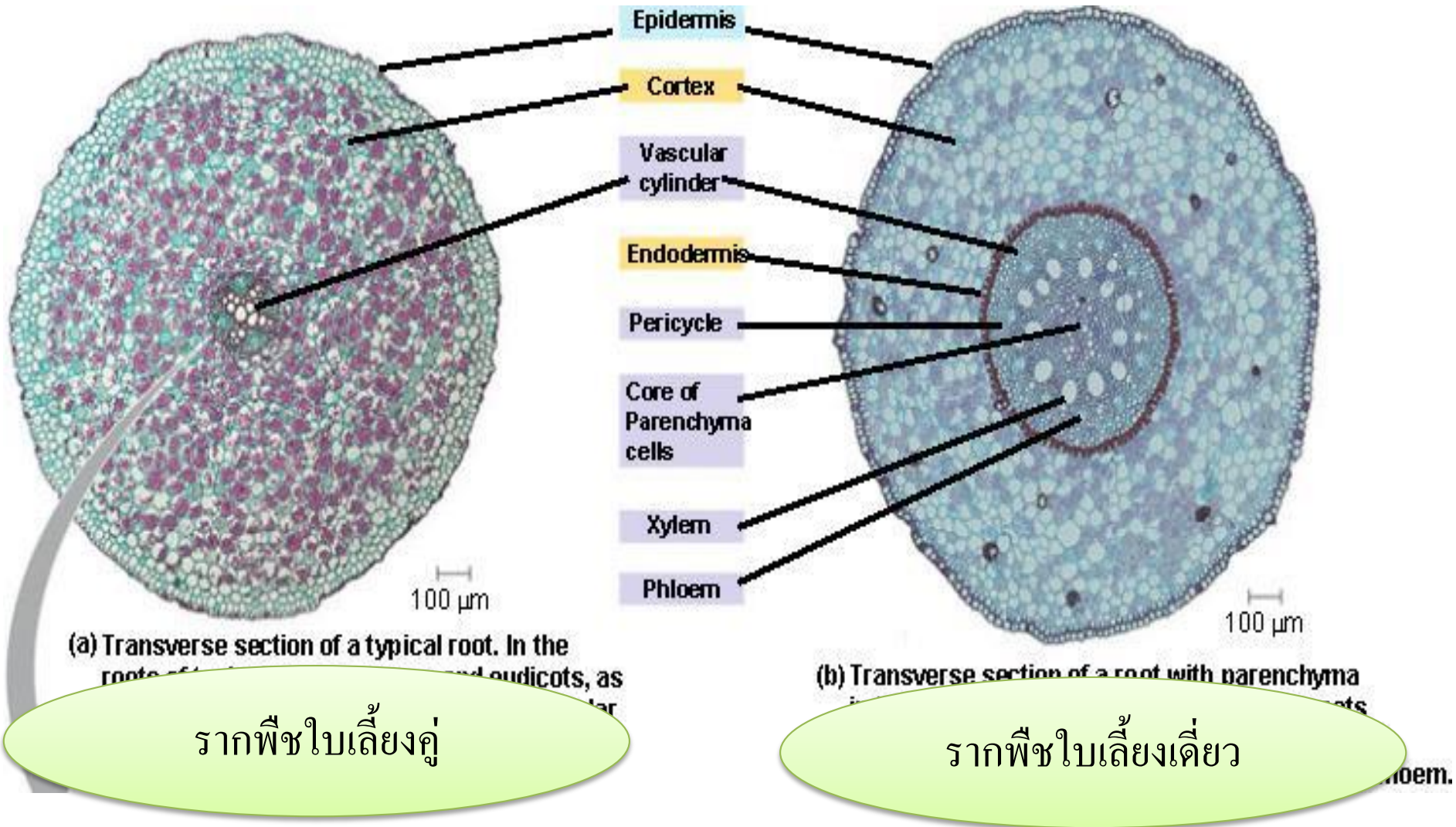
เซลล์ขนราก (Root hair cell)

เป็นเซลล์เดี่ยว

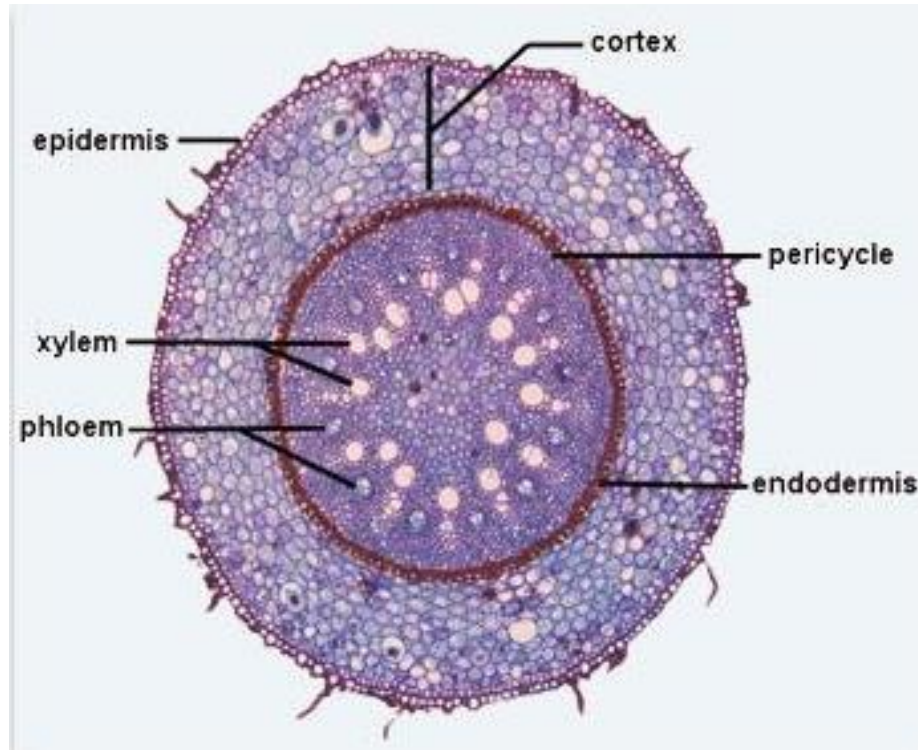
- ขนรากเป็นส่วนหนึ่งของผนังเซลล์ยื่นออกไปเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมน้ำและแร่ธาตุ
- เปลี่ยนแปลงของเซลล์เอพิเคอร์มิส
- มีอายุประมาณไม่เกิน 7-8 วัน แล้วจะเหี่ยวแห้งตายไป แต่ขนรากในบริเวณเดิมจะมีเซลล์ใหม่สร้างเซลล์ขนรากขึ้นมาแทนที่



โครงสร้างภายในของราก



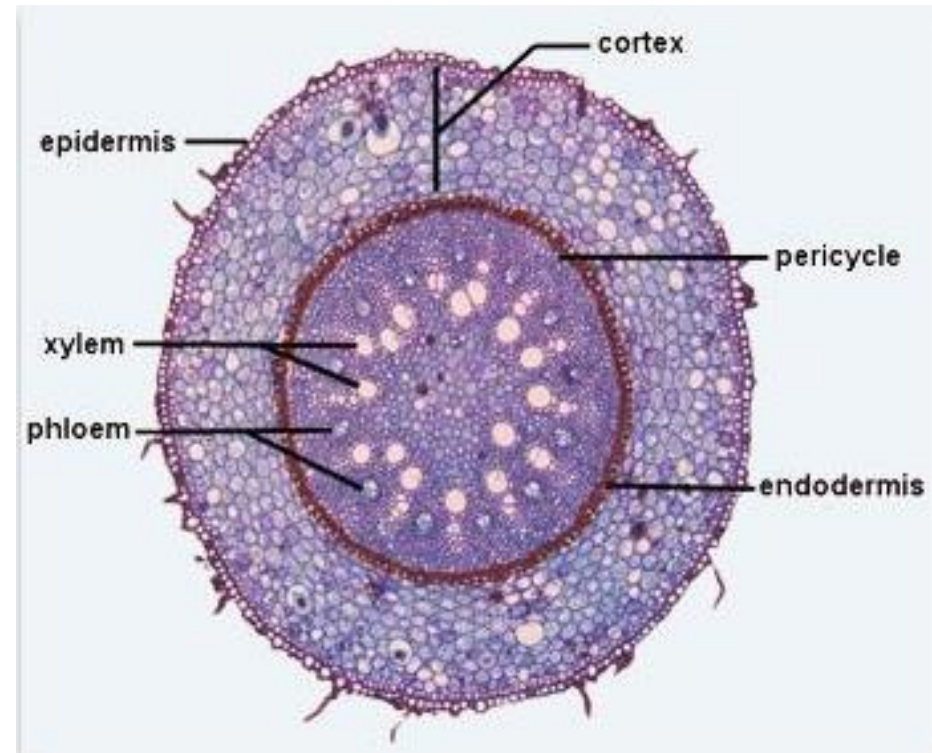
1. เอพิดอร์มิส (Epidermis)



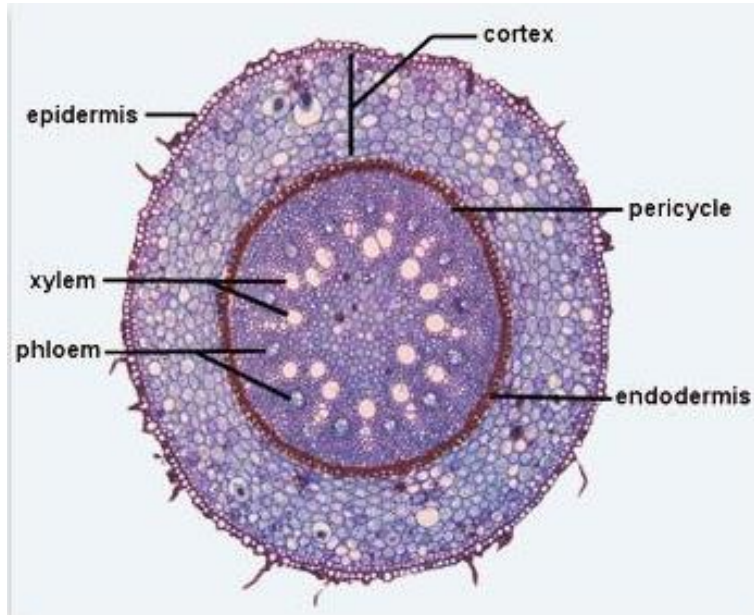
- เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ชั้นนอกสุด
- มีการเรียงตัวของเซลล์เพียงชั้นเดียว
- แต่เรียงชิดกัน เซลล์มีผนังบางไม่มีคลอโรพลาสต์
- มีเวกิวโอลขนาดใหญ่ บางเซลล์เปลี่ยนไปเป็นเซลล์ขนราก
- เอพิดอร์มิสมีหน้าที่ป้องกันอันตรายให้แก่เนื้อเยื่อที่อยู่ภายใน
- ขนรากของช่วยดูดน้ำและแร่ธาตุ และป้องกันไม่ให้น้ำเข้ารากมากเกินไป

2. คอร์เทกซ์ (Cortex)

- อยู่ระหว่างชั้น เอพิเคอร์มิส และสตีล
- ประกอบด้วยเซลล์ พานเรจิม่าเป็นส่วนใหญ่
- เซลล์เหล่านี้มีผนังบางอ่อนนุ่ม อมน้ำได้ดี
- ทำหน้าที่สะสมน้ำและอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต
- ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ คือ เอนโดเคอร์มิส



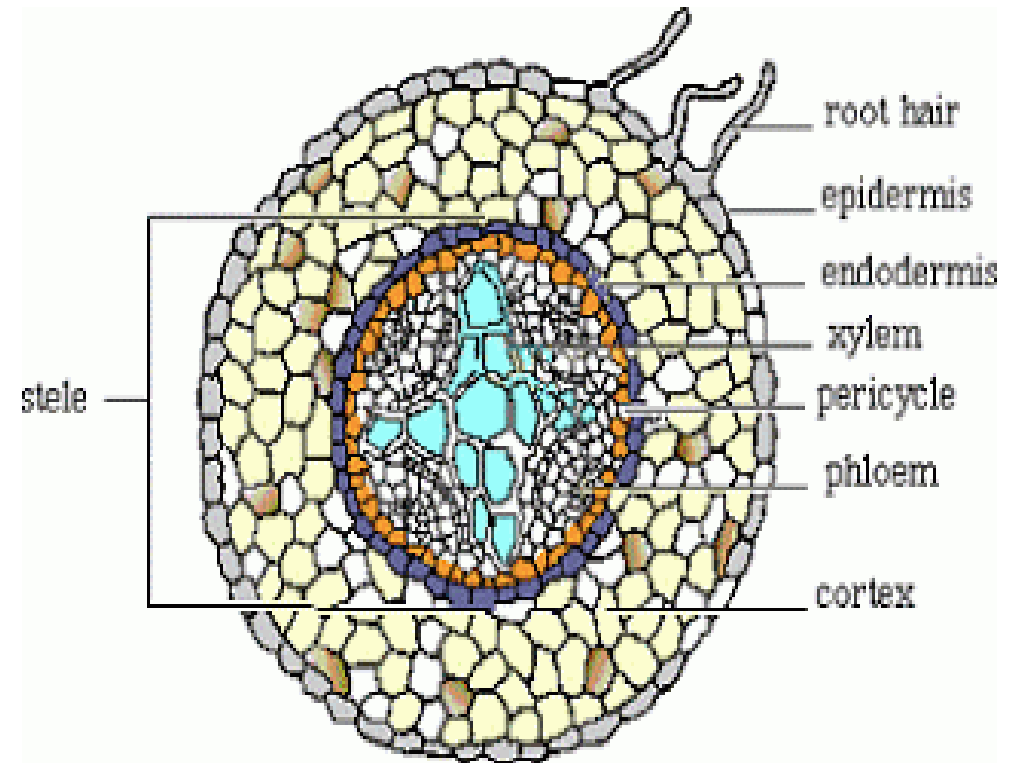
3. เอนโดเดอร์มิส (Endodermis)



- เป็นเซลล์แถวเดียวกันเหมือนกับเอพิเดอร์มิส
- เห็นได้ชัดเจนในรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
- เซลล์ชั้นนี้เมื่อมีอายุมากขึ้นจะมีสารซูเบอร์อิน (Suberin) หรือ ลิกนิน (Lignin) มาเคลือบทำให้ผนังหนาขึ้น ทำให้เป็นแถบหรือปลอกอยู่ เซลล์แถบหนาดังกล่าว เรียกว่า แคสพาเรียนสตรีป (Casparian strip) สำหรับแคสพาเรียนสตรีปนี้ น้ำและอาหารไม่สามารถผ่านเข้าออกได้โดยสะดวก

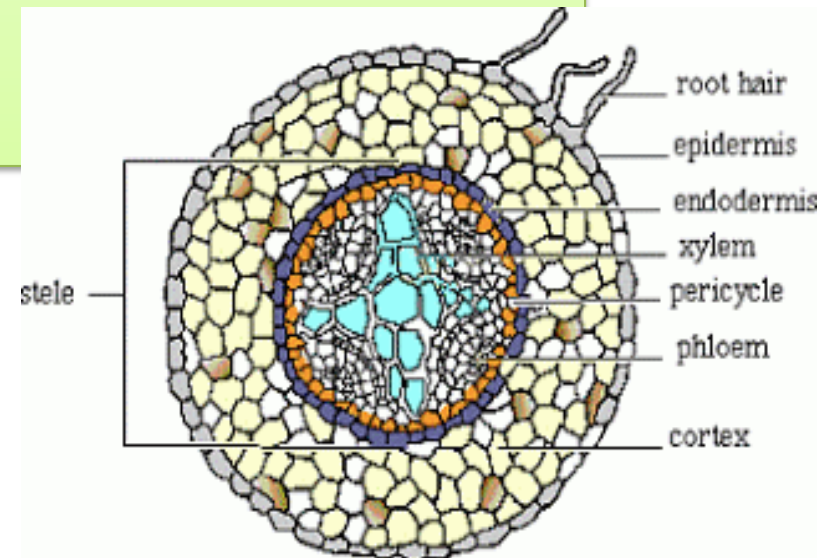
4. สตีล (Stele)

- เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากชั้น เอนโดเดอร์มิส เข้าไปในราก
- สตีลจะแคบกว่า คอร์เทกซ์
- ประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ คือ เพริไซเคิล มัดท่อลำเลียง และพีช



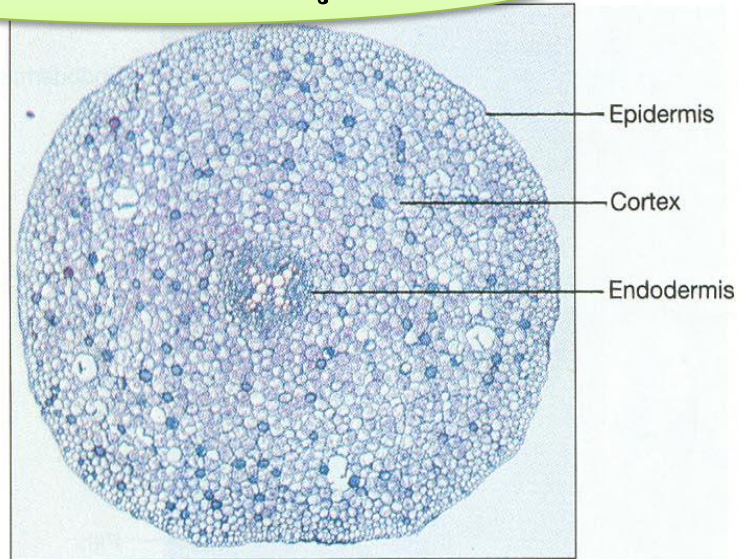
4.1 เพรไซเคิล (**Pericycle**)

- ประกอบด้วยเซลล์ พารังคิมา เป็นส่วนใหญ่
- เซลล์เรียงตัวแถวเดียว แต่อาจมีมากกว่าแถวเดียวก็ได้
- ชั้นนี้อยู่ด้านนอกสุดของสตีล
- พบเฉพาะในรากเท่านั้น และเห็นชัดเจนในรากพืชใบเลี้ยงคู่
- เพรไซเคิล เป็นส่วนที่ให้กำเนิดรากแขนง (**Secondary root**) ที่แตกออกทางด้านข้าง (**Lateral root**)



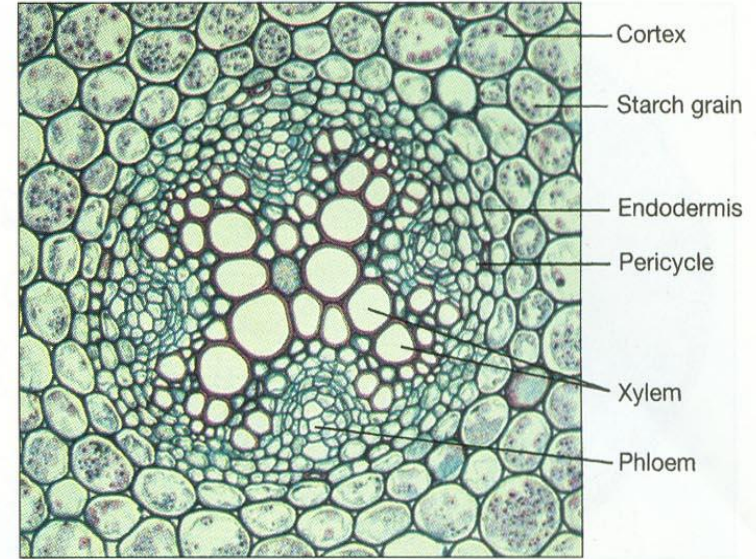
- 4.2 มัดท่อลำเลียงหรือวาสคิวลาร์บันเดิล (**Vascular bundle**)
- ประกอบด้วย ไชเล็ม และ โพลเอ็ม
- ในรากพืชใบเลี้ยงคู่จะเห็นการเรียงตัวของไชเล็มที่อยู่ใจกลางราก เรียงเป็นแฉก (**Arch**) ชัดเจนและมีโพลเอ็มอยู่ระหว่างแฉกนั้น แฉกที่เห็นมีจำนวน 1-6 แฉก แต่โดยทั่วไปพบเพียง 4 แฉก
- สำหรับรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวไชเล็มมิได้เข้าไปอยู่ใจกลางราก แต่ยังเรียงตัวเป็นแฉกและมีโพลเอ็มแทรกอยู่ระหว่างแฉกเช่นเดียวกัน จำนวนแฉกของไชเล็มในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีมากกว่าในรากพืชใบเลี้ยงคู่

รากพืชใบเลี้ยงคู่



(a)

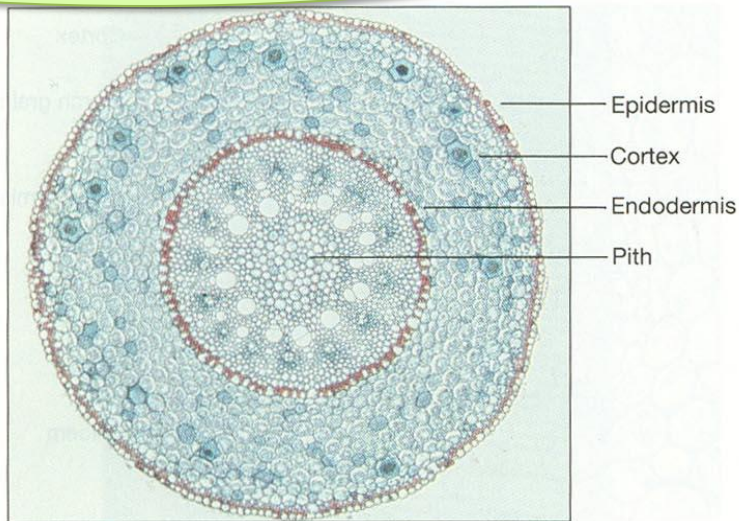
250 μm



(b)

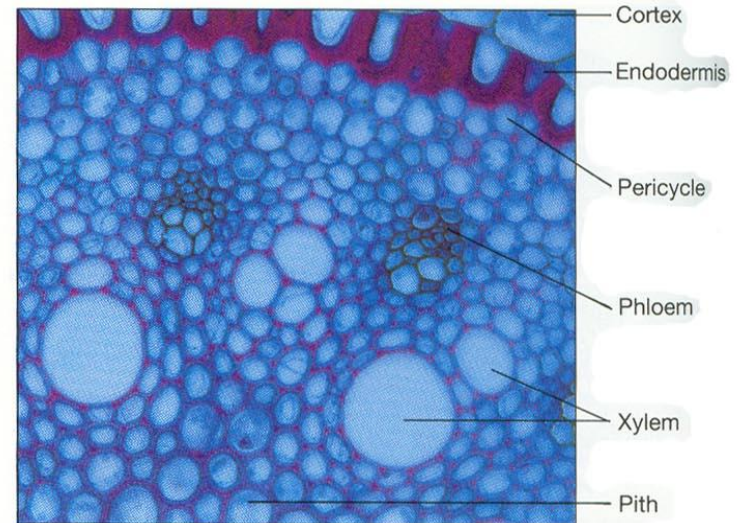
50 μm

รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว



(a)

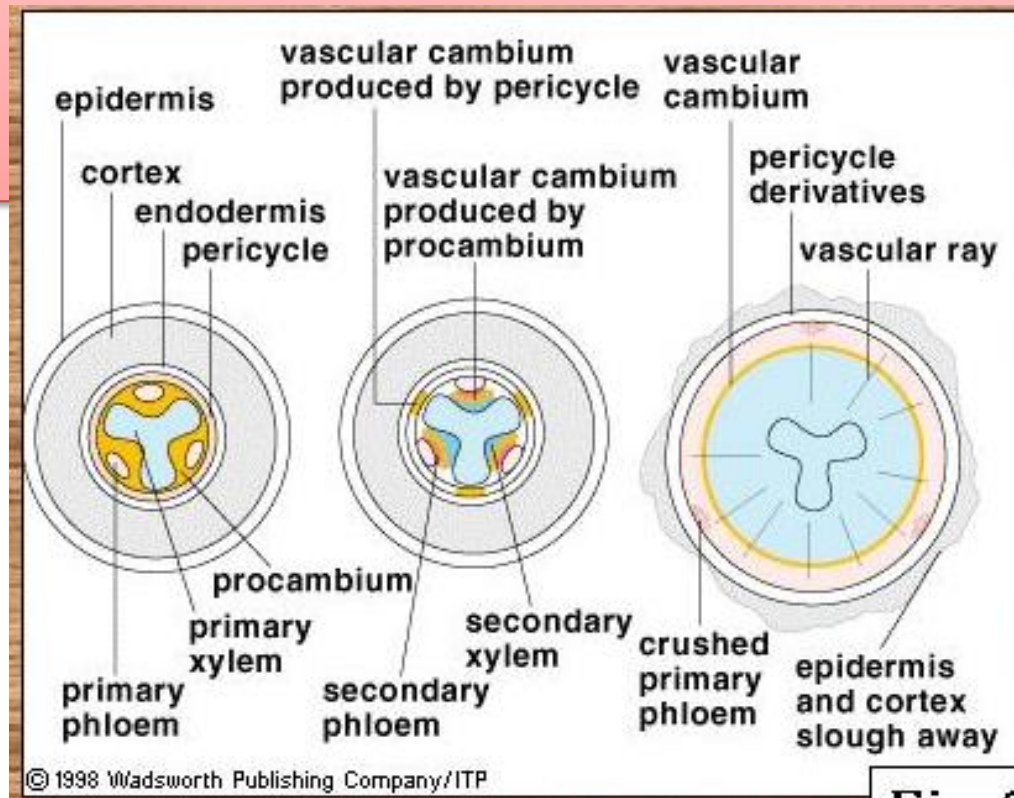
250 μm



(b)

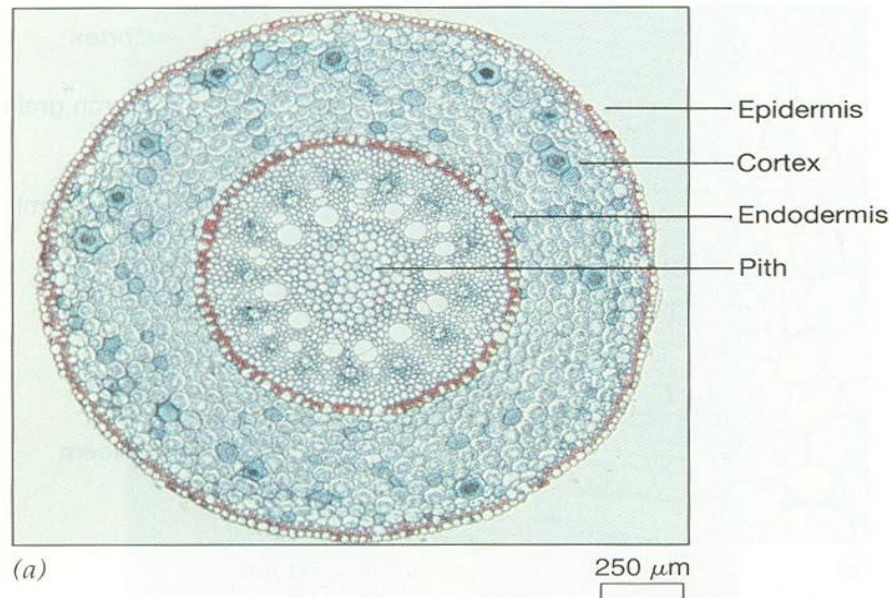
50 μm

- วาสคิวลาร์ แคมเบียม ทำให้เกิดการเจริญเติบโตขั้นที่สอง (Secondary growth) โดยแบ่งตัวให้ไซเล็มขั้นที่สอง (Secondary xylem) อยู่ทางด้านในและโฟลเอ็ม ขั้นที่สอง (Secondary phloem) อยู่ทางด้านนอก เมื่อมีการเจริญเติบโตขั้นที่สองเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้โฟลเอ็มชั้นแรก คอรัทเทจและเอพิดอร์มิสถูกดันออกและถอยร่นออกไป



- 4.3 พืช (Pith)

- เป็นส่วนใจกลางของราก หรืออาจเรียกว่า ใ้ในของราก
- ประกอบด้วยเซลล์พาราเรงคิมา
- ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะเห็นส่วนนี้ได้อย่างชัดเจนส่วนในรากพืชใบเลี้ยงคู่ใจกลางของรากจะเป็นไซเล็ม



หน้ําที่ของราก

- ขณะทีเ่เมล็ดเริ่มงอกส่วนของเอ็มบริโอที่เจริญออกมาจากเมล็ดลำดับแรกคือ ราก
- รากที่เจริญออกมาเป็นส่วนหนึ่งของเรดิเคิลของเอ็มบริโอ ซึ่งจะเจริญต่อไปเป็นรากแก้ว
- ในพืชบางชนิดจะเกิดจากรากส่วนอื่นๆ ของพืชได้ เช่น ลำต้น หรือใบ เรียกว่า รากพิเศษ
(adventitious root)



รากมีหน้าที่หลักที่สำคัญ คือ

- **ดูด (Absorption)** น้ำและแร่ธาตุที่ละลายน้ำจากดินเข้าไปในลำต้น
- **ลำเลียง (Conduction)** น้ำและแร่ธาตุรวมทั้งอาหารซึ่งพืชสะสมไว้ในรากขึ้นสู่ส่วนต่าง ๆ ของลำต้น
- **ยึด (Anchorage)** ลำต้นให้ติดกับพื้นดิน



รากพิเศษ (Adventitious root)

เป็นรากที่งอกจากส่วนต่าง ๆ ของพืช

รากค้ำจุน (**Prop root** หรือ **Buttress root**)

เป็นรากที่งอกจากโคนต้นหรือกิ่งบนดินแล้วหยั่งลงดินเพื่อพยุงลำต้น เช่น รากข้าวโพดที่งอกออกจากโคนต้น รากเตย ลำเจียก ไทรย้อย แสม โกงกาง



- รากเกาะ (**Climbing root**)
- เป็นรากที่แตกออกจากข้อของลำต้นมาเกาะตามหลัก เพื่อชูลำต้นขึ้นสูง เช่น รากพลู พริกไทย กล้วยไม้ พลูต่าง เป็นต้น



- รากหายใจ (**Pneumatophore** หรือ **Aerating root**)

เป็นรากที่ยื่นขึ้นมาจากดินหรือน้ำเพื่อรับออกซิเจน เช่น รากลำพู แสม โกงกาง และรากส่วนที่อยู่ในนวมคล้ายฟองน้ำของผักกระเฉดก็เป็นรากหายใจ โดยนวมจะเป็นที่เก็บอากาศและเป็นท่อนลอยน้ำด้วย



- รากสังเคราะห์ด้วยแสง (**Photosynthetic root**)

เป็นรากที่แตกจากข้อของลำต้นหรือกิ่งและอยู่ในอากาศจะมีสีเขียวของคลอโรฟิลล์จึงช่วยสังเคราะห์ด้วยแสงได้ เช่น รากกล้วยไม้ นอกจากนี้รากกล้วยไม้ยังมีนวม (Velamen) หุ้มตามขอบนอกของรากไว้เพื่อดูดความชื้นและเก็บน้ำ



- รากสะสมอาหาร (**Food storage root**)
- เป็นรากที่สะสมอาหารพวกแป้ง โปรตีน หรือน้ำตาลไว้ จนรากเปลี่ยนแปลงรูปร่างมีขนาดใหญ่ซึ่งมักจะเรียกกันว่า "หัว"
- เช่น หัวแครอท หัวผักกาด หรือหัวไชเท้า หัวผักกาดแดงหรือแรดิช (**Radish**) หัวบีท (**Beet root**) และหัวมันแกว เป็นรากสะสมอาหารที่เปลี่ยนแปลงมาจากรากแก้ว ส่วนรากสะสมอาหารของมันเทศ รักเร่ กระจ่าง เปลี่ยนแปลงมาจากรากแขนง



รากบางรากเปลี่ยนแปลงเป็นท่อนช่วยพยุงให้ลำต้นลอยน้ำได้
น้ำ เช่น แพงพวย

