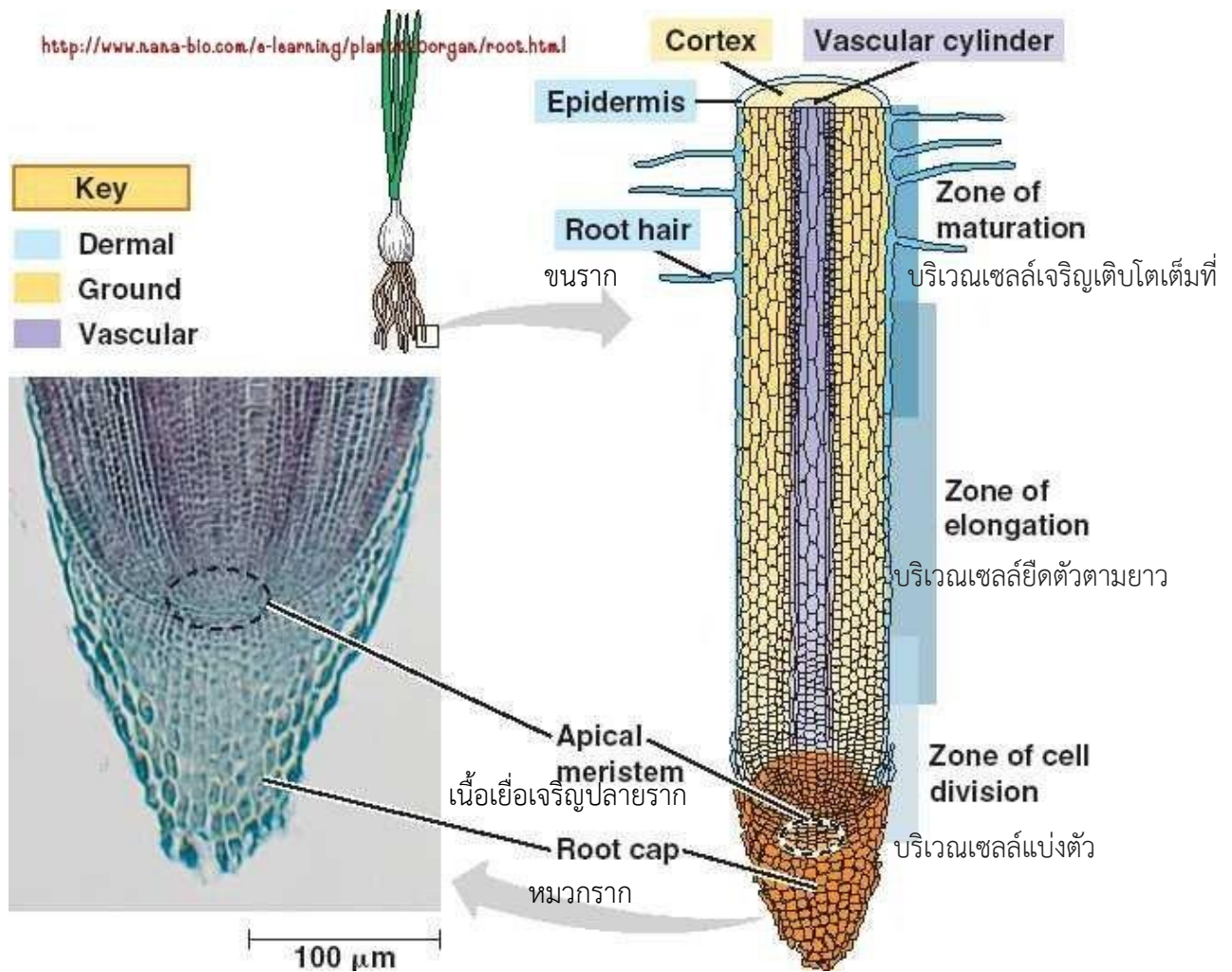


ใบความรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก

รากของพืชมีหน้าที่สำคัญ คือ ยึดลำต้นให้ติดอยู่กับพื้นดิน ทำหน้าที่ดูดซึมน้ำและแร่ธาตุ ๆ จากดิน ส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของลำต้น รากของพืชบางชนิดทำหน้าที่สะสมอาหาร รากเช่นนี้จะมีลักษณะเป็นหัว เช่น หัวไชเท้า แครอท มันเทศ มันแกว ต้อยติ่ง กระจ่าง ถั่วพู เป็นต้น รากพืชบางชนิดมีสีเขียว จึงสังเคราะห์ด้วยแสงได้ เช่น รากกล้วยไม้ รากบางชนิดทำหน้าที่ค้ำจุน (Prop root) เช่น ไทรย้อย เตย ลำเจียก โกงกาง รากบางชนิดทำหน้าที่เกาะ (Climbing root) เช่น รากพญาเสือโคร่ง พญาเสือโคร่ง กัญชง เป็นต้น รากเมื่องอกออกจากเมล็ดแล้วจะมีการเติบโตเพิ่มความยาว ขนาด และเพิ่มรากจำนวนมาก

1. การแบ่งบริเวณของราก

เนื่องจากรากถือได้ว่าเป็นอวัยวะหนึ่งของพืชจึงประกอบด้วยเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ โครงสร้างภายในของรากนับจากปลายสุดของรากขึ้นไป แบ่งเป็นบริเวณต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพ : การแบ่งบริเวณราก

ที่มา : <http://palaeos.com/plants/tracheophyta/images/RootStructure.jpg>

1.1 บริเวณหมวกราก (Root cap) ประกอบด้วยเซลล์ พาราคีมา หลายชั้นที่ปกคลุมเนื้อเยื่อเจริญที่ปลายรากที่อ่อนแอไว้ เซลล์ในบริเวณนี้มีอายุสั้น เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีการฉีกขาดอยู่เสมอ เพราะส่วนนี้จะยาวออกไปและซอนไซลิกลงไปในดินเซลล์เรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ

ส่วนใหญ่รากพืชจะมีหมวกราก ซึ่งเป็นโครงสร้างที่สำคัญในการเบิกนำส่วนอื่น ๆ ของรากลงไปในดิน เป็นการป้องกันส่วนอื่น ๆ ของรากไม่ให้เป็นอันตรายในการไหลลงดิน เซลล์บริเวณหมวกรากจะหลั่งเมือกเส้น (Mucilage) ออกมา สำหรับให้ปลายรากแทงลงไปในดินได้ง่ายขึ้น

1.2 บริเวณเซลล์แบ่งตัว (Region of cell division) อยู่ถัดจากบริเวณหมวกรากขึ้นไป ประกอบด้วยเซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญบริเวณปลายราก (Apical meristem) ที่ได้กล่าวไว้ในเรื่องเนื้อเยื่อเจริญ เซลล์มีขนาดเล็ก มีผนังเซลล์บาง ในแต่ละเซลล์มี โพรโทพลาสซึม เข้มข้นและมีปริมาณมากเป็นบริเวณที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (Mitosis) บางเซลล์ที่แบ่งได้จะทำหน้าที่แทนเซลล์หมวกรากที่ตายไปก่อนบางส่วนจะยึดตัวยาวขึ้นแล้วอยู่ในบริเวณเซลล์ยึดตัวที่เป็นส่วนที่อยู่สูงขึ้นไป

1.3 บริเวณเซลล์ยืดตัวตามยาว (Region of cell elongation) ประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปร่างยาว ซึ่งเกิดมาจากเซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญที่แบ่งตัวแล้ว อยู่ในบริเวณที่สูงกว่าบริเวณเนื้อเยื่อเจริญ การที่เซลล์ขยายตัวตามยาวทำให้รากยาวเพิ่มขึ้น

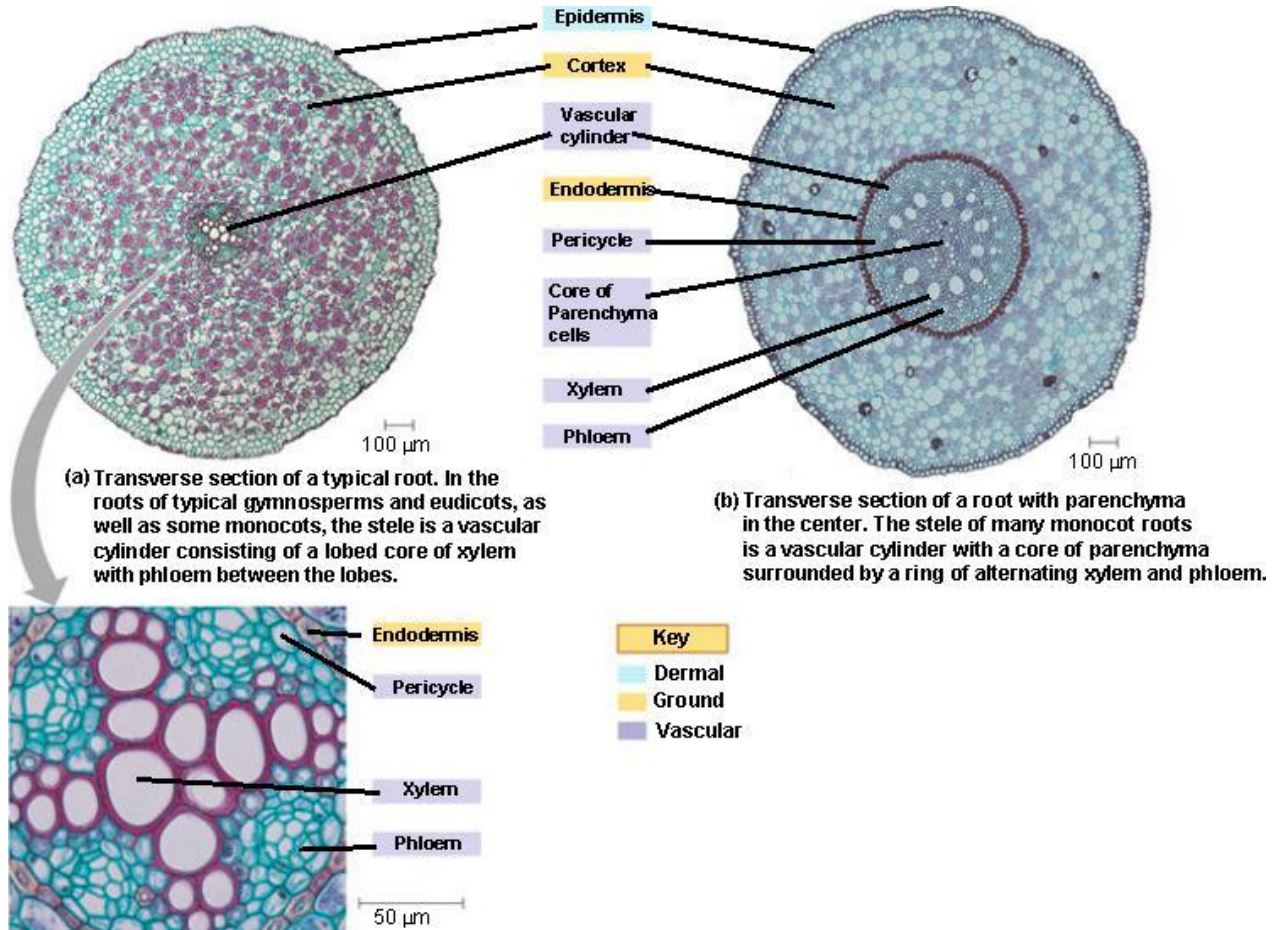
1.4 บริเวณเซลล์เจริญเติบโตเต็มที่ (Region of maturation) อยู่สูงถัดจากบริเวณเซลล์ยึดตัวขึ้นมา เซลล์ในบริเวณนี้เจริญเติบโตเต็มที่แล้วมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเยื่อถาวรชนิดต่าง ๆ

ในบริเวณนี้มีเซลล์ขนราก (Root hair cell) เป็นเซลล์เดี่ยวที่มีขนรากเป็นส่วนหนึ่งของผนังเซลล์ยื่นออกไปเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมน้ำและแร่ธาตุ เซลล์ขนรากเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ เอพิเดอร์มิส บางเซลล์ เซลล์ขนรากจะมีอยู่เฉพาะบริเวณนี้เท่านั้นเซลล์ขนรากมีอายุประมาณไม่เกิน 7-8 วัน แล้วจะเหี่ยวแห้งตายไป แต่ขนรากในบริเวณเดิมจะมีเซลล์ใหม่สร้างเซลล์ขนรากขึ้นมาแทนที่ เนื้อเยื่อที่อยู่บริเวณนี้เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อเจริญไปเป็นเนื้อเยื่อถาวรชนิดต่าง ๆ ต่อไป

เซลล์บริเวณขนราก เป็นเซลล์ที่เริ่มแก่ตัวแล้วเจริญไปเป็นเนื้อเยื่อถาวรชนิดเนื้อเยื่อถาวรขั้นต้น (Primary permanent tissue) บริเวณขนรากประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชนิดคือ เอพิเดอร์มิส (Epidermis) คอร์เทกซ์ (Cortex) และสตีล (Stele)

2. โครงสร้างภายในของราก

เนื้อเยื่อของรากพืชใบเลี้ยงคู่และใบเลี้ยงเดี่ยว เมื่อตัดตามขวางแล้วนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการเรียงตัวของเนื้อเยื่อเป็นชั้น ๆ เรียงจากด้านนอกเข้าสู่ด้านใน ดังนี้ รากพืชใบเลี้ยงคู่



ภาพ : รากตัดตามขวาง

ที่มา: <http://www.nanabio.com/elearning/plant%20organ/>

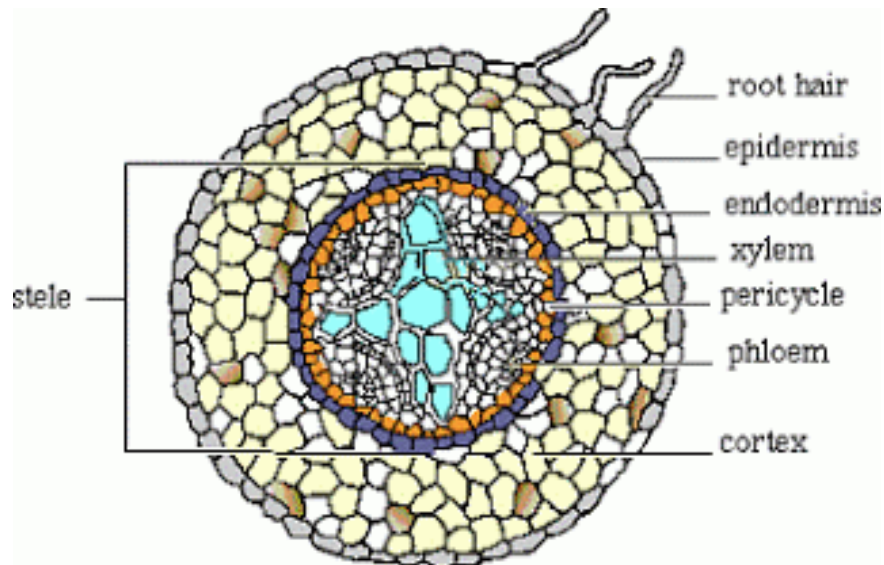
2.1. เอพิเดอร์มิส (Epidermis) เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ชั้นนอกสุดมีการเรียงตัวของเซลล์เพียงชั้นเดียว แต่เรียงชิดกัน เซลล์มีผนังบางไม่มีคลอโรพลาสต์ มีแวคิวโอลขนาดใหญ่ บางเซลล์เปลี่ยนไปเป็นเซลล์ขนราก เอพิเดอร์มิส มีหน้าที่ป้องกันอันตรายให้แก่เนื้อเยื่อที่อยู่ภายในขนรากของเอพิเดอร์มิส ช่วยดูดน้ำและแร่ธาตุ และป้องกันไม่ให้น้ำเข้ารากมากเกินไป

2.2 คอรัเทกซ์ (Cortex) อยู่ระหว่างชั้น เอพิเดอร์มิส และสตีล เนื้อเยื่อส่วนนี้ประกอบด้วยเซลล์ พาเรงคิมา เป็นส่วนใหญ่ เซลล์เหล่านี้มีผนังบางอ่อนนุ่ม อดน้ำได้ดี เซลล์พาเรงคิมา ทำหน้าที่สะสมน้ำและอาหารประเภท คาร์โบไฮเดรต ชั้นในสุดของคอรัเทกซ์ คือ เอนโดเดอร์มิส

2.3 เอนโดเดอร์มิส (Endodermis) เป็นเซลล์แถวเดียวกันเหมือนกับเอพิเดอร์มิส เอนโดเดอร์มิสจะเห็นได้ชัดเจนในรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เซลล์ชั้นนี้เมื่อมีอายุมากขึ้นจะมีสารซูเบอร์ลิน (Suberin) หรือ ลิกนิน (Lignin) มาเคลือบทำให้ผนังหนาขึ้น ทำให้เป็นแถบหรือปลอกอยู่ เซลล์แถบหนาดังกล่าว เรียกว่า แคสพาเรียน สตรีป (Casparian strip) สำหรับแคสพาเรียนสตรีปนี้ น้ำและอาหารไม่สามารถผ่านเข้าออกได้โดยสะดวก ช่วงนี้จะอยู่ในบริเวณที่มีขนราก บางทฤษฎีอธิบายว่า การลำเลียงน้ำและแร่ธาตุสามารถผ่านเซลล์บางเซลล์ที่อยู่ในชั้น เอนโดเดอร์มิสได้ เซลล์เหล่านี้มีผนังบาง เรียกว่า พาสเซจเซลล์ (Passage cell) และพาสเซจเซลล์นี้จะอยู่ตรงกับแนวของท่อไซเล็ม

2.4 สตีล (Stele) เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากชั้น เอนโดเดอร์มิส เข้าไปในราก สตีลจะแคบกว่า คอรัเทกซ์ สตีล ประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ คือ

2.4.1 เพริไซเคิล (Pericycle) ประกอบด้วยเซลล์ พาเรงคิมา เป็นส่วนใหญ่เซลล์เรียงตัวแถวเดียว แต่อาจมีมากกว่าแถวเดียวก็ได้ ชั้นนี้อยู่ด้านนอกสุดของสตีล เพริไซเคิล พบเฉพาะในรากเท่านั้น และเห็นชัดเจนในรากพืชใบเลี้ยงคู่ เพริไซเคิล เป็นส่วนที่ทำให้กำเนิดรากแขนง (Secondary root) ที่แตกออกทางด้านข้าง (Lateral root)



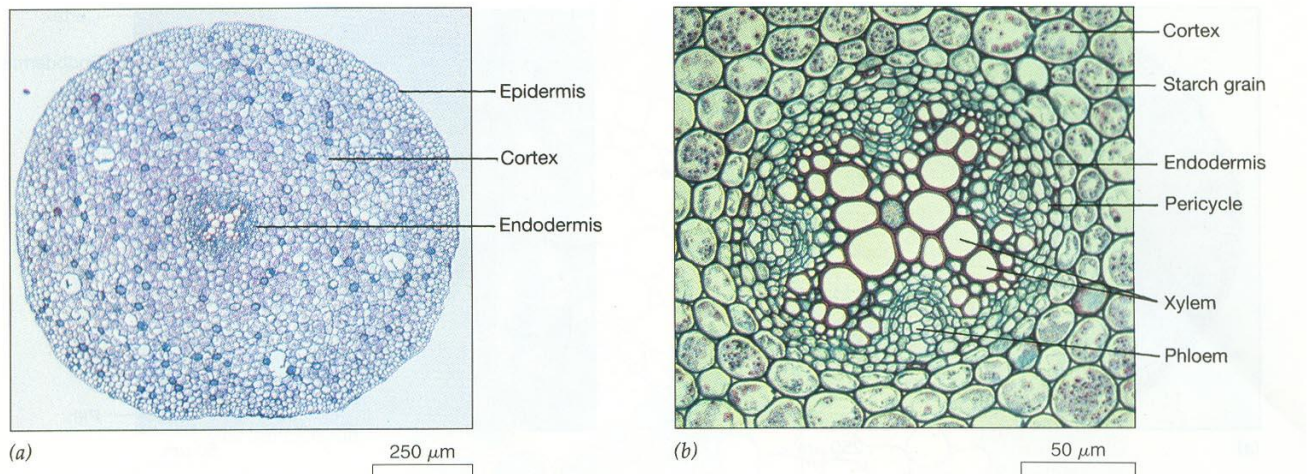
ภาพ: สตีล (Stele) และ เพริไซเคิล (Pericycle)

2.4.2 มัดท่อลำเลียงหรือวาสคิวลาร์บันเดิล (Vascular bundle) ประกอบด้วยไซเล็ม และโฟลเอ็ม ในรากพืชใบเลี้ยงคู่จะเห็นการเรียงตัวของไซเล็มที่อยู่ใจกลางราก เรียงเป็นแฉก (Arch) ชัดเจนและมีโฟลเอ็มอยู่ระหว่างแฉกนั้น แฉกที่เห็นมีจำนวน 1-6 แฉก แต่โดยทั่วไปพบเพียง 4 แฉก สำหรับรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวไซเล็มมิได้เข้าไปอยู่ใจกลางราก แต่เรียงตัวเป็นแฉกและมีโฟลเอ็มแทรกอยู่ระหว่างแฉกเช่นเดียวกัน จำนวนแฉกของไซเล็มในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีมากกว่าในรากพืชใบเลี้ยงคู่

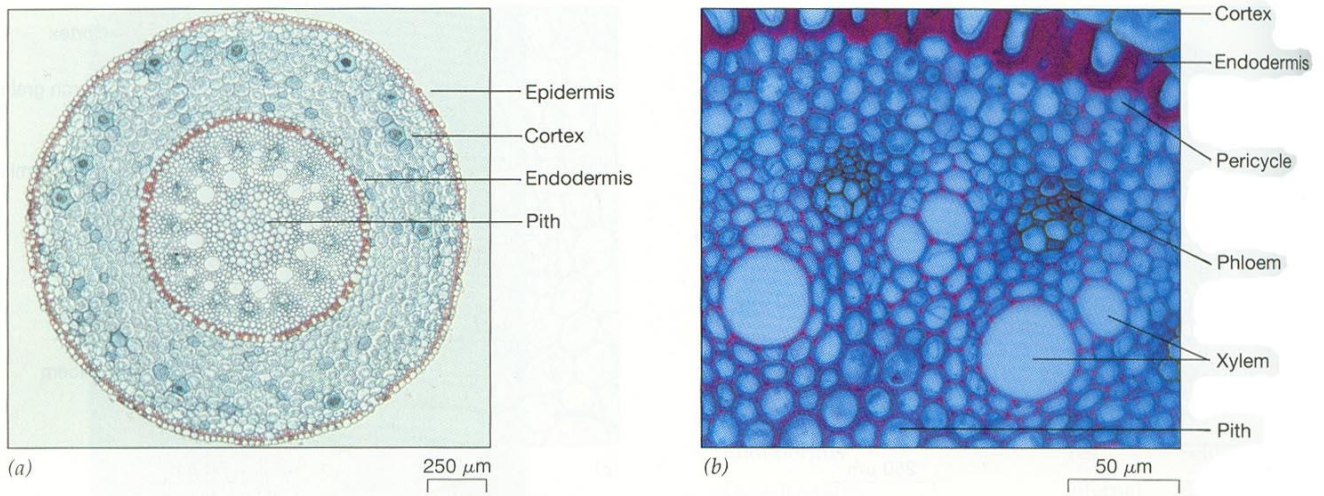
รากพืชใบเลี้ยงคู่ยังมี วาสคิวลาร์ แคมเบียม (Vascular cambium) หรือ แคมเบียม (Cambium) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญเกิดขึ้นระหว่าง โฟลเอ็มชั้นแรกและไซเล็ม ชั้นแรก รายละเอียดของเนื้อเยื่อลำเลียงกล่าวไว้แล้วในหัวข้อเนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน

วาสคิวลาร์ แคมเบียม ทำให้เกิดการเจริญเติบโตขั้นที่สอง (Secondary growth) โดยแบ่งตัวให้ไซเล็มชั้นที่สอง (Secondary xylem) อยู่ทางด้านในและโฟลเอ็ม ชั้นที่สอง (Secondary phloem) อยู่ทางด้านนอก เมื่อมีการเจริญเติบโตขั้นที่สองเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้โฟลเอ็มชั้นแรก คอร์เทกซ์และเอพิเดอร์มิสถูกดันออกและถอยร่นออกไป

2.4.3 พิช (Pith) เป็นส่วนใจกลางของราก หรืออาจเรียกว่า ไส้ในของราก ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะเห็นส่วนนี้ได้อย่างชัดเจน ส่วนในรากพืชใบเลี้ยงคู่ใจกลางของรากจะเป็นไซเล็ม



ภาพ : โครงสร้างภายในของพืชใบเลี้ยงคู่



ภาพ : โครงสร้างภายในของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

ที่มา : <http://www.promma.ac.th/main/biology/web5/p3.htm>

หน้าที่ของราก

ขณะที่เมล็ดเริ่มงอกส่วนของเอ็มบริโอที่เจริญออกมาจากเมล็ดลำดับแรกคือ รากรากที่เจริญออกมาเป็นส่วนหนึ่งของแรติเคิล ของเอ็มบริโอ ซึ่งจะเจริญต่อไปเป็นรากแก้ว รากแก้วนี้สามารถแตกกิ่งก้านออกไปได้อีกหลายแขนง รากแขนงนี้เจริญจากเพริไซเคิล ในพืชบางชนิดจะเกิดจากรากส่วนอื่นๆของพืชได้ เช่น ลำต้น หรือใบ เรียกว่า รากพิเศษ (adventitious root)

พืชใบเลี้ยงคู่ส่วนมากจะมีรากแก้ว ส่วนพืชใบเลี้ยงเดี่ยวรากแก้วมักหยุดเจริญและหายไป แต่จะมีรากพิเศษเจริญมาแทน รากพิเศษนี้สามารถแตกกิ่งก้านสาขาเหมือนพืชใบเลี้ยงคู่ หรืออาจไม่แตกกิ่งก้านสาขา

รากมีหน้าที่หลักที่สำคัญ คือ

1. ดูด (Absorption) น้ำและแร่ธาตุที่ละลายน้ำจากดินเข้าไปในลำต้น
2. ลำเลียง (Conduction) น้ำและแร่ธาตุรวมทั้งอาหารซึ่งพืชสะสมไว้ในรากขึ้นสู่ส่วนต่าง ๆ ของลำต้น
3. ยึด (Anchorage) ลำต้นให้ติดกับพื้นดิน

รากพิเศษ (Adventitious root) เป็นรากที่งอกจากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ลำต้นหรือใบ เช่น

รากค้ำจุน (Prop root หรือ Buttress root) เป็นรากที่งอกจากโคนต้นหรือกิ่งบนดินแล้วยังลงดินเพื่อพยุงลำต้น เช่น รากข้าวโพดที่งอกออกจากโคนต้น รากเตย ลำเจียก ไทรย้อย แสม โกงกาง



ภาพที่ : รากค้ำจุนของโกงกาง



ภาพ : แสดงรากหายใจของต้นลำพู

รากเกาะ (Climbing root) เป็นรากที่แตกออกจากข้อของลำต้นมาเกาะตามหลัก เพื่อชูลำต้นขึ้นสูง เช่น รากพลู พริกไทย กัลยไม้ พลูต่าง เป็นต้น

รากหายใจ (Pneumatophore หรือ Aeration root) เป็นรากที่ยื่นขึ้นมาจากดินหรือน้ำเพื่อรับออกซิเจน เช่น รากลำพู แสม โกงกาง และรากส่วนที่อยู่ในนวมคล้ายฟองน้ำของผักกระเฉดก็เป็นรากหายใจโดยนวมจะเป็นที่เก็บอากาศและเป็นฟองลอยน้ำด้วย

รากสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthetic root) เป็นรากที่แตกจากข้อของลำต้นหรือกิ่งและอยู่ในอากาศ จะมีสีเขียวของคลอโรฟิลล์จึงช่วยสังเคราะห์ด้วยแสงได้ เช่น รากกัลยไม้ นอกจากนี้รากกัลยไม้ยังมีนวม (Velamen) หุ้มตามขอบนอกของรากไว้เพื่อดูดความชื้นและเก็บน้ำ



ภาพ : รากสังเคราะห์ด้วยแสงของต้นกัลยไม้



ภาพ : รากสะสมอาหาร

รากสะสมอาหาร (Food storage root) เป็นรากที่สะสมอาหารพวกแป้งโปรตีน หรือน้ำตาลไว้ จนรากเปลี่ยนแปลงรูปร่างมีขนาดใหญ่ซึ่งมักจะเรียกกันว่า “หัว” เช่น หัวแครอท หัวผักกาด หรือหัวไชเท้า หัวผักกาดแดงหรือแรดิช (Radish) หัวบีท (Beet root) และหัวมันแกว เป็นรากสะสมอาหารที่เปลี่ยนแปลงมาจากรากแก้ว ส่วนรากสะสมอาหารของมันเทศ รักเร่ กระชาย เปลี่ยนแปลงมาจากรากแขนง

นอกจากนี้รากยังช่วยดักธาตอาหารและอินทรีย์วัตถุต่างๆ ให้แก่พืชอีกด้วย พืชบางชนิดมีรากค้ำ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง เตย รากบางรากเปลี่ยนแปลงเป็นท่อนช่วยพยุงให้ลำต้นลอยน้ำได้น้ำ เช่น แพงพวย