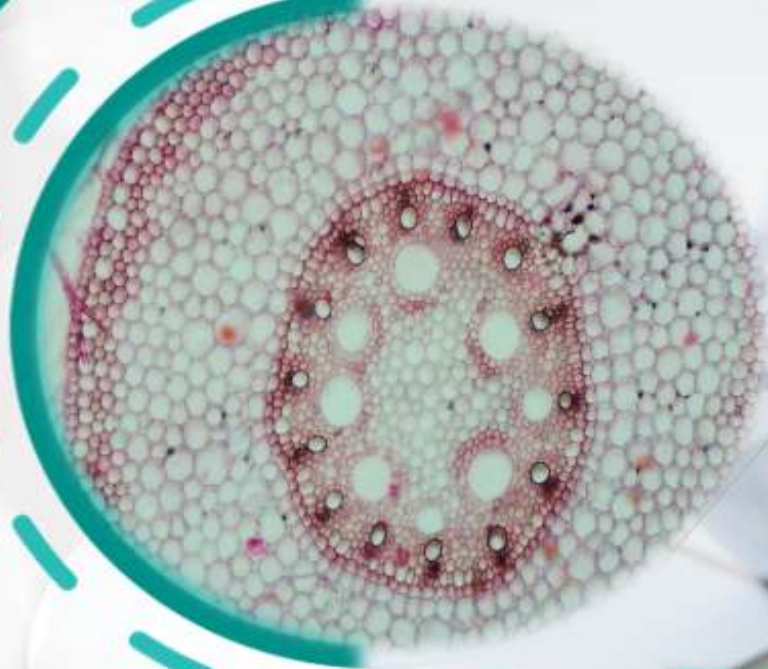


ชุดที่ ๓

# โครงสร้างและหน้าที่ของราก



ชุดกิจกรรมบูรณาการโครงงาน  
วิชาชีววิทยา ว๓๒๒๔๒  
โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

ม.๕

โดย  
นางชโลธร กิรติศักดิ์กุล  
ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนเมืองрадวิทยาคม  
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเพชรบูรณ์

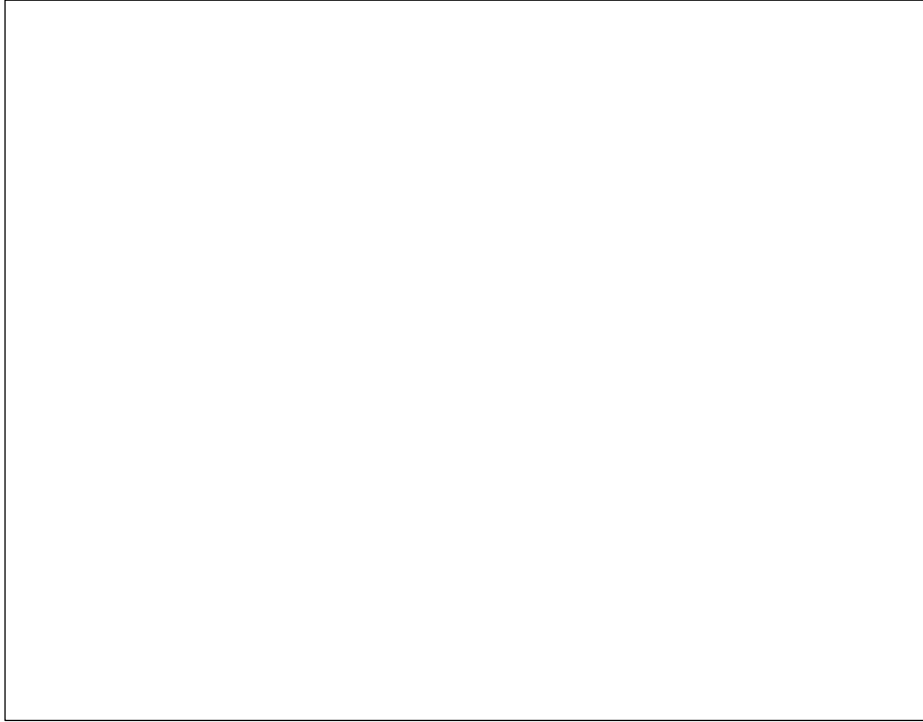
แบบทดสอบก่อนเรียน  
เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วเขียนคำตอบ ก ข ค ง ลงในสมุด (คะแนนเต็ม 10 คะแนน ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน)

1. ส่วนใดของพืชที่ช่วยในการดูดน้ำและแร่ธาตุมากที่สุด
  - ก. epidermis
  - ข. cortex
  - ค. endodermis
  - ง. vascular bundle
2. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการจัดเรียงตัวของราก (จากนอกเข้าข้างใน)
  - ก. epidermis, endodermis ,cortex, pericycle, phloem, xylem
  - ข. epidermis, cortex, endodermis, pericycle, xylem, phloem
  - ค. epidermis, endodermis, cortex, pericycle, phloem, xylem
  - ง. epidermis, cortex, endodermis, pericycle, xylem, phloem
3. ส่วนใดของรากที่เจริญเป็น root hair
  - ก. epidermis
  - ข. cortex
  - ค. endodermis
  - ง. vascular bundle
4. pericycle เจริญไปเป็นส่วนใดของพืช
  - ก. ขนราก
  - ข. รากแขนง
  - ค. เส้นกลางใบ
  - ง. กลุ่มท่อลำเลียง
5. แร่ธาตุเข้าสู่รากได้โดยวิธีใด
  - ก. diffision
  - ข. osmosis
  - ค. Active transport
  - ง. ถูกทุกข้อ

6. ข้อใดต่อไปนี้พบเฉพาะในรากเท่านั้น
  - ก. เอพิเดอร์มิส
  - ข. เพอริไซเคิล
  - ค. แคมเบียม
  - ง. เอนโดเดอร์มิสการดูดน้ำนมของเด็กอ่อน สิ่งเร้าคือ อะไร
7. ขนราก (Root hair) หมายถึงข้อใด
  - ก. เซลล์
  - ข. เนื้อเยื่อ
  - ค. อวัยวะ
  - ง. ระบบ
8. ขนรากและรากแขนงแตกต่างกันอย่างไร
  - ก. ขนรากเกิดจาก cortex แต่รากแขนงเกิดจาก epidermis
  - ข. ขนรากเกิดจาก epidermis แต่รากแขนงเกิดจาก pericycle
  - ค. ขนรากเกิดจาก endodermis แต่รากแขนงเกิดจาก cortex
  - ง. ขนรากเกิดจาก pericycle แต่รากแขนงเกิดจาก pith
9. เนื้อเยื่อชั้นที่พบในรากพืชแต่ไม่พบในลำต้น
  - ก. endodermis และ pericycle
  - ข. endodermis และ cortex
  - ค. endodermis และ cambium
  - ง. endodermis และ pith
10. การที่จะดูว่าเป็นรากหรือลำต้นตัดตามขวางดูได้จาก
  - ก. ชั้นของ Cortex ในรากแคบ Cortex ลำต้นกว้าง
  - ข. ชั้นของ Cortex ในลำต้นแคบ Cortex ของรากกว้าง
  - ค. ชั้นของมัดท่อน้ำท่ออาหารกระจัดกระจายในรากและเป็นระเบียบในลำต้น
  - ง. ชั้นของมัดท่อน้ำท่ออาหารกระจัดกระจายในลำต้นและเป็นระเบียบในราก

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน  
เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก



ถ้ายังตอบไม่ถูก  
ไม่ต้องเสียใจครับ  
เข้าไปศึกษาเนื้อหาในชุด  
กิจกรรมกันก่อนนะครับ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. บอกโครงสร้างและหน้าที่ของรากได้
2. บอกลักษณะและหน้าที่ของเซลล์ในรากพืชได้
3. บอกชนิดของรากพืชได้



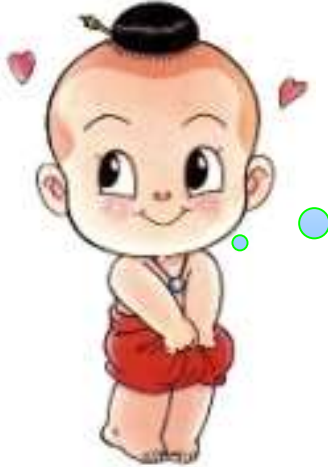
บัตรคำสั่ง  
โครงสร้างและหน้าที่ของราก

โปรดอ่านบัตรคำสั่งให้เข้าใจ แล้วปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนด้วยความตั้งใจ

1. หัวหน้ากลุ่มแจกบัตรทั้งหมดให้สมาชิก ยกเว้นบัตรเฉลย
2. หัวหน้ากลุ่มให้สมาชิกอ่านบัตรคำสั่ง พร้อมกับปฏิบัติตามคำสั่ง
3. สมาชิกศึกษาบัตรเนื้อหา ใช้เวลา 30 นาที
4. สมาชิกทำกิจกรรมในบัตรกิจกรรมที่ 3.1 – 3.4 ใช้เวลา 70 นาที
5. หัวหน้าอ่านบัตรเฉลยกิจกรรมที่ 3.1- 3.5 นักเรียนตรวจคำตอบพร้อมกัน ใช้เวลา 20 นาที
6. เวลาทำกิจกรรมทั้งหมด ประมาณ 120 นาที เมื่อปฏิบัติกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว ให้ทุกคนเก็บบัตรทุกใบใส่ในซองให้เรียบร้อยและถูกต้อง



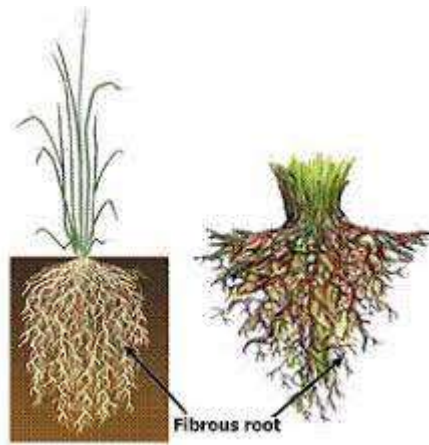
บัตรเนื้อหาที่ 3.1  
โครงสร้างภายนอกของรากพืช



พี่ ๆ รู้ไหมว่ารากของพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร อยากรู้เชิญทางนี้นะครับ

ราก (Root)

รากเป็น อวัยวะหรือส่วนของพืชที่ไม่มี ข้อ ปล้อง ตา และใบ ทิศทางการเจริญเติบโตเจริญลงสู่ดินตามแรงดึงดูดของโลก (Positivegeotropism) มีกำเนิดมาจาก radicle ของต้นอ่อน (embryo) ซึ่งอยู่ภายในเมล็ด รากที่เปลี่ยนแปลงมาจากเรดิเคิล จัดเป็นรากที่มีการเจริญในระยะแรก (Primary growth) ส่วนรากของพืชใบเลี้ยงคู่หรือ พืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิดจะมีการเจริญเติบโตขั้นที่2 (Secondary growth) รากของพืชมีหน้าที่สำคัญ คือ ยึดลำต้นให้ติดอยู่กับพื้นดิน ทำหน้าที่ดูดซึมน้ำและแร่ธาตุ ๆ จากดิน ส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของลำต้น



ภาพแสดงลักษณะของราก

ที่มา : <https://teerarat5652.wordpress.com>

### โครงสร้างภายนอกของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

พืชใบเลี้ยงเดี่ยว (Monocotyledon) คือ พืชที่เมื่อใบแรกแทงออกมาจากเมล็ด มีใบเดี่ยว และเมื่อเติบโตขึ้นจะเห็นลำต้นเป็นข้อปล้องอย่างชัดเจน ได้แก่ พืชจำพวกหญ้า ข้าว ข้าวโพด อ้อย ไม้ พืชเหล่านี้จะมีใบเรียงตัวเป็นเลขคี่หรือใบเดี่ยว เส้นบนใบจะเรียงตัวแบบขนานไปตามแนวยาวของใบ ลำต้นมักเรียวยาว และเป็นพืชล้มลุกเป็นส่วนมาก

พืชในกลุ่มนี้มีระบบรากฝอย มีดอก และ จำนวนกลีบดอกของพืชกลุ่มนี้จะมี 3 กลีบ หรือทวีคูณของ 3

พืชใบเลี้ยงเดี่ยวไม่มีการเจริญออกด้านข้าง กล่าวคือ ไม่มีกิ่งก้านสาขาออกด้านข้าง อายุของพืชกลุ่มนี้จะสั้นอาจมีอายุเพียง 1 ปีหรือมากกว่านั้นเล็กน้อย พืชกลุ่มนี้โตได้ไวกว่าพืชใบเลี้ยงคู่มาก หากเป็นพืชกลุ่มการเกษตรก็จะเป็นกลุ่มที่ให้ผลผลิตได้รวดเร็ว เช่น อ้อย ข้าวโพด ข้าว ซึ่งใช้เวลาไม่ถึง 1 ปีก็สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้



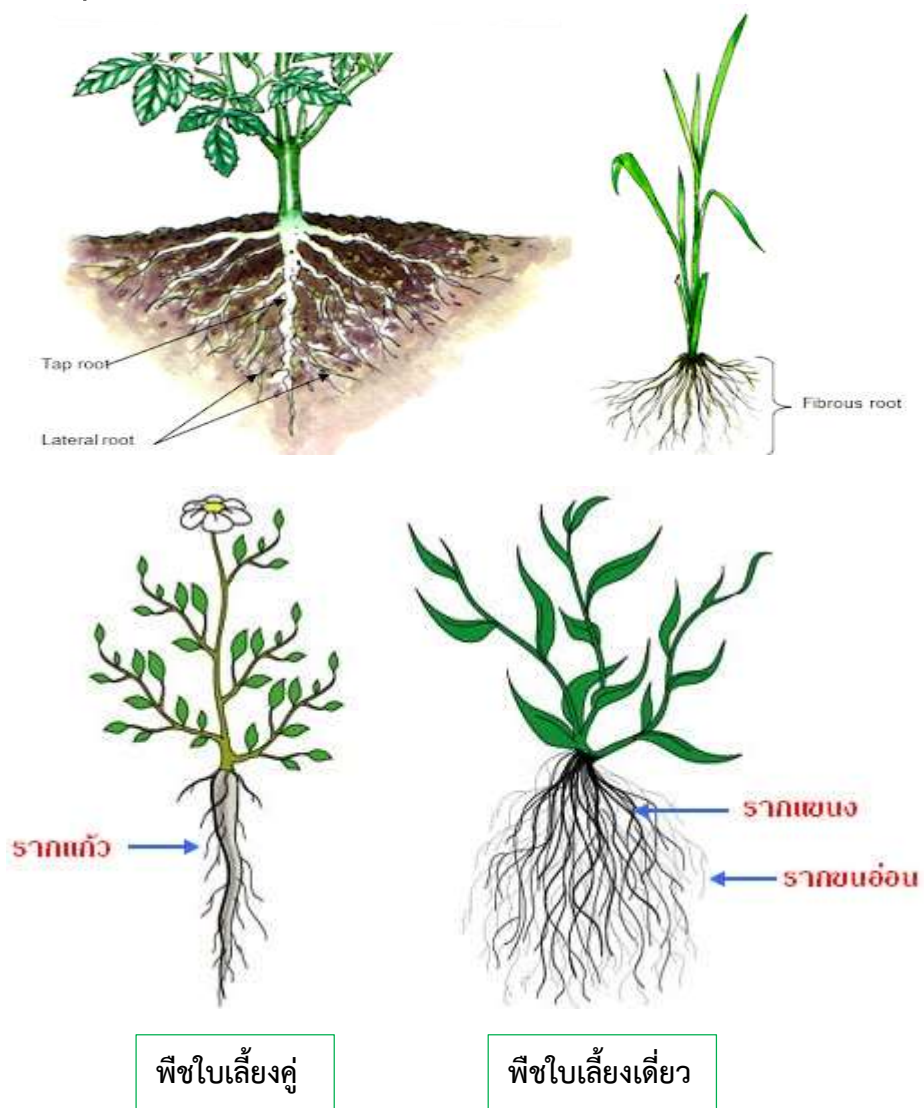
ภาพตัวอย่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและระบบรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว  
ที่มา : <https://www.google.com/search>



### โครงสร้างภายนอกของรากพืชใบเลี้ยงคู่

พืชใบเลี้ยงคู่ (Dicotyledon) จะมีใบเลี้ยงงอกออกจากเมล็ด 2 ใบ และเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะเห็นข้อและปล้องในส่วนของลำต้นไม่ชัดเจน เนื่องจากพืชจำพวกนี้มักจะมีเปลือกแข็งห่อหุ้ม และยังมีการเจริญเติบโตทางด้านข้าง มีกิ่งก้านสาขา แผ่ทุกทิศทางเพื่อเก็บเกี่ยวแสงแดดได้มากกว่า

รากของพืชใบเลี้ยงคู่เป็นระบบรากแก้ว ทำให้ต้นของพืชใบเลี้ยงคู่มีความมั่นคงมากกว่า ทั้งยังมีอายุยาวนานกว่าพืชใบเลี้ยงเดี่ยว



เปรียบเทียบลักษณะระบบรากของพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

ที่มา : <https://www.google.co.th>

### บัตรกิจกรรมที่ 3.1

#### โครงสร้างภายนอกของรากพืช

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำกิจกรรมศึกษาโครงสร้างภายนอกและการเจริญเติบโตของรากพืช จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. อธิบายถึงลักษณะการงอกของรากพืชใบเลี้ยงคู่และรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
2. อธิบายการเจริญเติบโตและโครงสร้างภายนอกของรากพืชใบเลี้ยงคู่และรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

#### วัสดุอุปกรณ์

1. เมล็ดถั่วเขียวและเมล็ดข้าวโพด
2. กล่องพลาสติก
3. กระดาษเพาะเมล็ด
4. ติชชู
5. แวนชยาย
6. น้ำ

#### วิธีทำกิจกรรม

1. นำเมล็ดถั่วเขียวและเมล็ดข้าวโพด ชนิดละ 10 เมล็ด แช่น้ำประมาณ 6 -12 ชั่วโมง
2. นำเมล็ดอย่างน้อย 5 เมล็ดเพาะในกล่องพลาสติกใสบนติชชูที่ชุ่มน้ำ ตามขั้นตอน ดังนี้
  - 2.1 รดน้ำกระดาษติชชูให้เปียก
  - 2.2 วางเมล็ดพืชให้กระจายห่างเท่า ๆ กัน
  - 2.3 ปิดฝากล่อง เขียนชื่อพืชและวันที่เพาะบนกล่อง
3. ใช้แวนชยายสังเกตการณ์งอกของเมล็ดถั่วเขียวและเมล็ดข้าวโพดทุกวันเป็นเวลา 3 -6 วัน เพื่อสังเกตว่าส่วนใดของเมล็ดงอกออกมาก่อนและรากที่เพิ่มขึ้นมาจากส่วนใด บันทึกผล พร้อมทั้งวาดภาพลักษณะของรากถั่วเขียวและรากข้าวโพด

บันทึกผลกิจกรรมที่ 3.1  
การศึกษาโครงสร้างภายนอกและการเจริญเติบโตของราก

ตารางบันทึกผล

วันที่	ชนิดของเมล็ด	ส่วนที่งอก/ความยาวของราก	จำนวนราก

ลักษณะของรากถั่วเขียว

ลักษณะของรากข้าวโพด

บัตรคำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.1  
การศึกษาโครงสร้างภายนอกและการเจริญเติบโตของราก

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้อง (คะแนนเต็ม 5 คะแนน ตอบได้ข้อละ 1 คะแนน)

1. ส่วนใดของเมล็ดที่งอกออกมาก่อน และงอกมาจากตำแหน่งใด  
.....
2. ตำแหน่งที่งอกของเมล็ดถั่วเขียวและเมล็ดข้าวโพดเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร  
.....  
.....
3. กลุ่มเซลล์บริเวณปลายรากแต่ละบริเวณเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร  
.....  
.....
4. รากของถั่วเขียวและรากข้าวโพดมีความแตกต่างกันอย่างไร  
.....  
.....
5. เนื้อปลายสุดของรากถั่วเขียวและรากข้าวโพดมีลักษณะพิเศษอย่างไร  
.....  
.....

สรุปผลการศึกษา

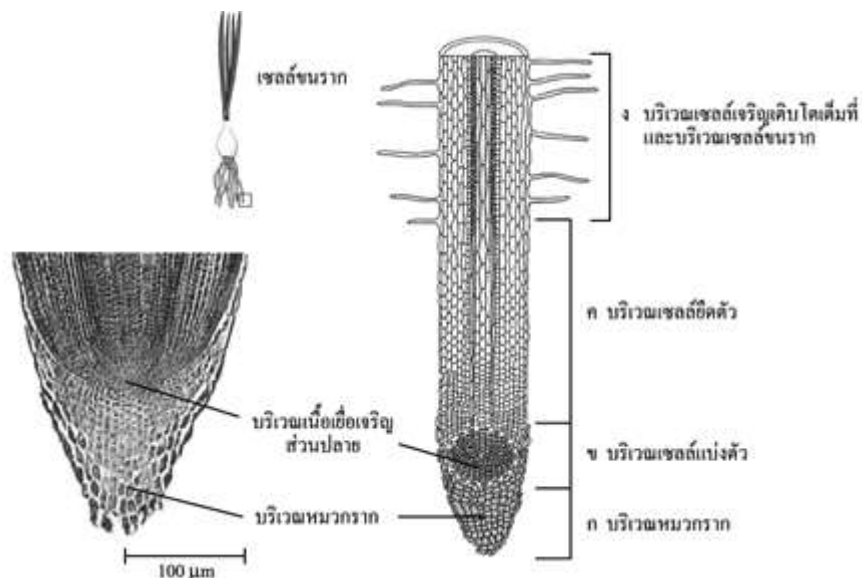
.....  
.....  
.....



### บัตรเนื้อหาที่ 3.2 โครงสร้างภายในของรากพืช

โครงสร้างตามยาวของรากพืช แบ่งได้ 4 บริเวณ คือ

1. บริเวณหมวกราก (Root cap) ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา (Parenchyma) เรียงตัวกันอย่างหลวมๆ ผนังค่อนข้างบาง มีแวคิวโอลขนาดใหญ่ สามารถผลิตเมือกได้ ทำให้หมวก รากชุ่มชื้น และอ่อนตัว สะดวกต่อการงอกไข และสามารถป้องกันอันตรายให้กับบริเวณที่อยู่เหนือ ขึ้นไปได้
2. บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว (Region of cell division) อยู่ถัดจากรากขึ้นมา ประมาณ 1-2 mm เป็นบริเวณของเนื้อเยื่อเจริญ จึงมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เพื่อเพิ่มจำนวน โดยส่วนหนึ่งเจริญเป็นหมวกราก อีกส่วนเจริญเป็นเนื้อเยื่อ ที่อยู่สูงถัดขึ้นไป
3. บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว (Region of cell elongation) อยู่ถัดจากบริเวณ เซลล์มีการแบ่งตัว เป็นบริเวณที่เซลล์มีการยืดยาวขึ้น
4. บริเวณเซลล์เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะ (Region of cell differentiation and maturation) ประกอบด้วยเซลล์ถาวรต่างๆ ซึ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญ มีโครงสร้างเพื่อทำหน้าที่ต่างๆ บริเวณนี้จะมีเซลล์ขนราก (Root hair cell)



ภาพแสดงโครงสร้างตามยาวของราก  
ที่มา: <https://www.google.com>



### โครงสร้างตัดตามขวางของรากพืช

โครงสร้างภายในของราก เนื้อเยื่อของรากพืชใบเลี้ยงคู่และใบเลี้ยงเดี่ยว เมื่อตัดตามขวางแล้วนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่า มีการเรียงตัวของเนื้อเยื่อเป็นชั้นๆ เรียงจากด้านนอกเข้าสู่ด้านใน ดังนี้

1. เอพิเดอร์มิส (Epidermis) เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกสุดมีเซลล์ที่เรียงตัวกันเพียงชั้นเดียว และผนังเซลล์บาง ไม่มีคลอโรพลาสต์ บางบริเวณพบเซลล์ขนราก ช่วยในการดูดซึมน้ำ และแร่ธาตุ

2. คอร์เท็กซ์ (Cortex) เป็นอาณาเขตระหว่างชั้น epidermis และ stele ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมา ทำหน้าที่สะสมน้ำและอาหาร ชั้นในสุดของ cortex จะเห็นเป็นเซลล์เรียงแถวเดี่ยวเรียก เอนโดเดอร์มิส (Endodermis) ซึ่งจะมีสารซูเบอริน มาสะสมเป็นแถบเรียกแถบ แคสพาเรียนสตริพ (Casparian strip) เมื่ออายุมากขึ้นจะมีลิกนิน มาสะสมเพิ่ม เห็นชัดเจนในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว แต่จะมีบางช่วงที่ เซลล์มีผนังบางแทรกอยู่ในชั้นนี้ และจะเป็นบริเวณที่อยู่ตรงกับแนวของไซเลม

3. สตีล (Stele) เป็นบริเวณที่อยู่ถัดจากชั้น endodermis เข้าไป พบว่า stele ในรากจะแคบกว่าชั้น cortex ประกอบด้วยชั้นต่างๆ ดังนี้

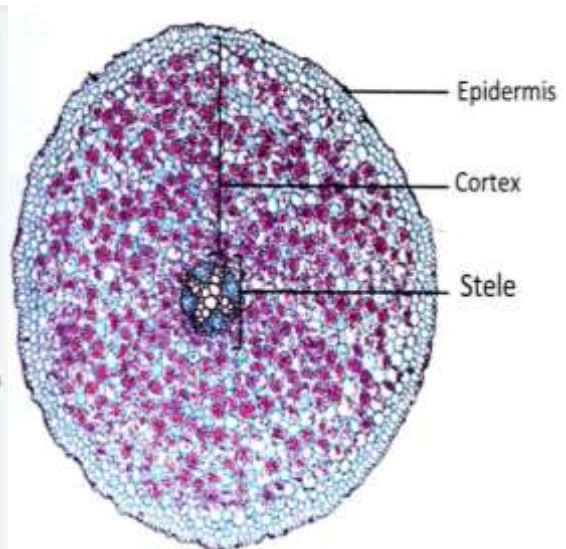
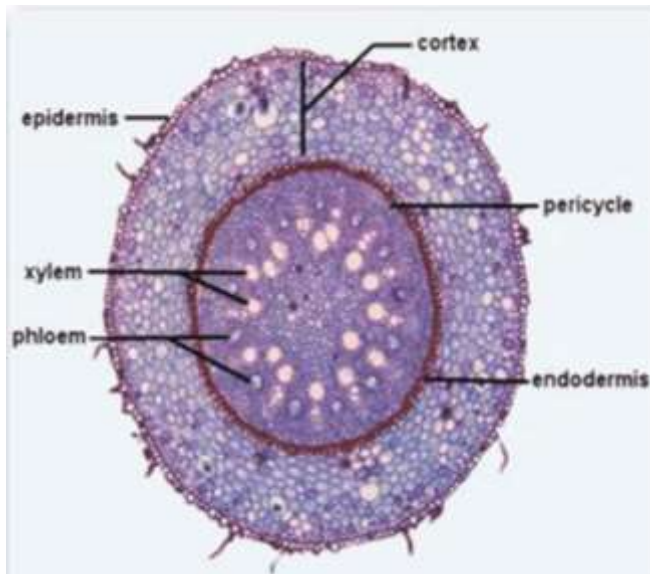
3.1 เพอริไซเคิล (Pericycle) เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็กมี 1-2 แถว พบเฉพาะในรากเท่านั้น เป็นแหล่งกำเนิดของรากแขนง (secondary root) ในพืชบางชนิดเนื้อเยื่อชั้นนี้จะเปลี่ยนแปลงไปเป็น คอร์กแคมเบียม (Cork cambium)

3.2 มัดท่อลำเลียง (Vascular bundle) ประกอบด้วย xylem อยู่ตรงใจกลาง เรียงเป็นแฉกโดยมี phloem อยู่ระหว่างแฉก สำหรับพืชใบเลี้ยงคู่ต่อมาจะเกิดเนื้อเยื่อเจริญ vascular cambium คั่นระหว่าง xylem กับ phloem ในรากของพืชใบเลี้ยงคู่มีจำนวนแฉกน้อยประมาณ 1-6 แฉก โดยมากมักมี 4 แฉก ส่วนรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมักมีจำนวนแฉกมากกว่า

3.3 พิธ (pith) เป็นบริเวณตรงกลางรากหรือไส้ในของรากเห็นได้ชัดเจน ในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมา ส่วนรากพืชใบเลี้ยงคู่ตรงกลางมักเป็น xylem

ตารางแสดงการเปรียบเทียบของรากพืชตัดตามขวาง

รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	รากพืชใบเลี้ยงคู่
1. มีขนราก	1. มีขนรากในช่วงที่เมื่อดอกใหม่ เมื่อเจริญเติบโตแล้วจะไม่มีขนราก
2. มีไซเล็มเรียงเป็นแฉกมากกว่า 6 แฉก	2. มีไซเล็มเรียงเป็นแฉกประมาณ 3-4 แฉก
3. ปกติไม่มีเนื้อเยื่อวาสคิวลาร์แคมเปียม อยู่ระหว่างไซเล็มกับโฟลเอ็ม จึงไม่มีการเจริญเติบโต ในระยะทุติยภูมิ	3. มีเนื้อเยื่อวาสคิวลาร์แคมเปียม อยู่ระหว่างไซเล็ม กับ โฟลเอ็ม เพื่อให้กำเนิดเนื้อเยื่อที่เจริญเติบโตในระยะทุติยภูมิ
4. ไม่มีคอร์ก และคอร์กแคมเปียม	4. ถ้าเป็นไม้ยืนต้นจะมีคอร์ก และคอร์กแคมเปียม
5. เอนโดเดอร์มิสเห็นเป็นแนวชัดเจนดี และ เห็นแคสพาเรียนสตรีพเด่นชัดกว่าในรากพืชใบเลี้ยงคู่	5. เอนโดเดอร์มิส เรียงชั้นเดียว มีผนังค่อนข้างหนา และมีเม็ดแป้งมาก และส่วนใหญ่มักเห็นเอนโดเดอร์มิสไม่ชัดหรือ ไม่มีเลย



ภาพรากตัดตามขวางพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

ภาพรากตัดตามขวางพืชใบเลี้ยงคู่

ที่มา : <https://sites.google.com>

### บัตรกิจกรรมที่ 3.2 โครงสร้างภายในของรากพืช

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำกิจกรรมศึกษาโครงสร้างภายในของรากพืช

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. อธิบายโครงสร้างภายในของปลายรากพืชตัดตามยาว
2. อธิบายการโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงคู่และรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
3. เปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงคู่และรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตัดตามขวาง

วัสดุอุปกรณ์

1. สไลด์ถาวรโครงสร้างปลายรากตัดตามยาว
2. รากถั่วเขียวและข้าวโพดที่ได้จากการเพาะประมาณ 2 สัปดาห์ หรืออาจใช้ต้นอ่อนของพืชชนิดอื่น เช่น หมอน้อย จามจุรี ข้าว แทนได้
3. กล้องจุลทรรศน์
4. สไลด์และกระจกปิดสไลด์
5. ใบมีดโกน
6. พู่กัน
7. เข็มเขี่ย
8. หลอดหยอด
9. จานเพาะเชื้อ
10. ทิชชู
11. ปีกเกอร์ขนาด 50 mL หรือขวดแก้วปากกว้าง
12. สีซาทาโนน เข้มข้น 1% หรือน้ำยาอุทัย
13. น้ำ

### วิธีทำกิจกรรม

การศึกษาโครงสร้างภายในรากตัดตามยาว

1. นำสไลด์ถาวรโครงสร้างปลายรากตัดตามยาวมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์
2. วาดภาพที่เห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ระบุบริเวณต่าง ๆ

การศึกษาโครงสร้างภายในตัดตามขวาง

1. นำต้นถั่วเขียวและต้นข้าวโพด ที่มีรากสมบูรณ์ ล้างให้สะอาด
2. ตัดรากพืชบริเวณที่มีขนรากอย่างน้อย 2-3 ท่อน ตัดให้ยาวท่อนละ 3 cm ล้างให้สะอาดอีกรอบ แล้วนำไปแช่น้ำ
3. เตรียมสารละลายย้อมขึ้นเนื้อเยื่อ โดยหยดสีซาฟานินประมาณ 1-2 หยด ลงในน้ำ 10 ml ในจานเพาะเชื้อ หรือภาชนะปากกว้าง
4. ตัดรากพืชใบเลี้ยงคู่และใบเลี้ยงเดี่ยวตามขวาง ตามขั้นตอนดังนี้
  - 4.1 ใช้ใบมีดโกนตัดชิ้นเนื้อเยื่อของรากตามขวางให้ได้ชิ้นเนื้อเยื่อบาง โดยจับท่อนรากด้วยนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ ให้นำตัดที่ต้องการอยู่ในแนวระนาบและสูงกว่านิ้วมือเล็กน้อย
  - 4.2 ตัดรากด้วยการดิ่งใบมีดเข้าหาตัว พยายามดิ่งใบมีดด้วยนิ้วทั้งสองเข้าหาตัว ครั้งเดียว ให้ได้ชิ้นเนื้อเยื่อบาง
5. เลือกชิ้นส่วนของรากที่ตัดเป็นชิ้นบาง โดยใช้ฟู่กันหรือเข็มเขี่ย แล้วแช่ในน้ำสีที่ใสในจานเพาะเชื้อ (แยกถั่วเขียวและข้าวโพดจานละชนิด)
6. เลือกชิ้นที่ย้อมสีแล้วไปแช่ในน้ำสะอาดเพื่อล้างสีส่วนเกิน จากนั้นเลือกชิ้นส่วนของราก มาวางลงหยดน้ำบนแผ่นสไลด์แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์อย่าให้มีฟองอากาศ
7. เช็ดน้ำที่ล้นตรงขอบกระจกปิดสไลด์ อย่ายให้ด้านบนของกระจกปิดสไลด์เปียกน้ำ
8. นำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้กำลังขยายต่ำสุดก่อน แล้วค่อยเปลี่ยนเป็นกำลังขยายสูง บันทึกผลด้วยการวาดภาพหรือถ่ายรูปพร้อมชี้บอกรายละเอียด
9. บันทึกรายละเอียด เปรียบเทียบความเหมือนและแตกต่างของรากถั่วเขียวและรากข้าวโพดในรูปแบบตาราง

บันทึกผลกิจกรรมที่ 3.2  
การศึกษาโครงสร้างภายในของราก



ลักษณะของรากตัดตามยาว



โครงสร้างภายในของรากถั่วเขียวตัดตามขวาง



โครงสร้างภายในรากข้าวโพดตัดตามขวาง



บันทึกผลกิจกรรมที่ 3.2  
การศึกษาโครงสร้างภายในของราก

ตารางบันทึกผลการทดลอง

รากพืชใบเลี้ยงคู่	รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

สรุปผลการศึกษา

.....

.....

.....

.....

.....



บัตรคำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.2  
การศึกษาโครงสร้างภายในของราก

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้อง (คะแนนเต็ม 5 คะแนน ตอบได้ข้อละ 1 คะแนน)

1. เนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ที่พบในรากพืชใบเลี้ยงคู่และใบเลี้ยงเดี่ยวแตกต่างกันอย่างไร  
.....  
.....
2. รากพืชสามารถเจริญออกทางด้านข้างได้ด้วยเนื้อเยื่อประเภทใด  
.....  
.....
3. โครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงคู่และรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวแตกต่างกันที่บริเวณใด  
.....  
.....
4. ส่วนของขนรากเจริญมาจากเนื้อเยื่อชนิดใด  
.....  
.....
5. จงเขียนเรียงลำดับชั้นของเนื้อเยื่อของรากตัดตามขวางจากข้างนอกเข้าข้างใน  
.....  
.....



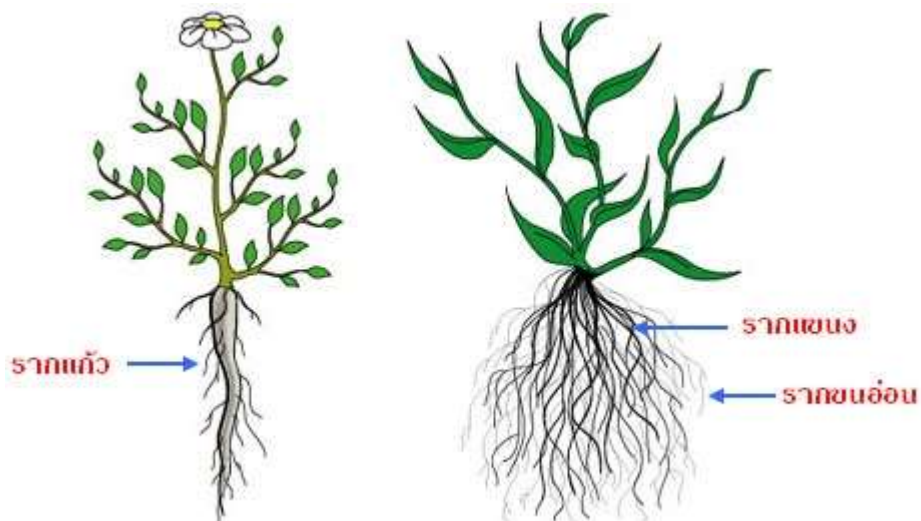
### บัตรเนื้อหาที่ 3.3 ชนิดของรากพืช

ชนิดของรากเมื่อแยกตามกำเนิด จำแนกออกเป็น 3 ชนิด

1. Primary root หรือ รากแก้ว (tap root) มีลักษณะ ตอนโคนจะโตแล้วค่อยเรียวยาวเล็ก ลงไปจนถึงปลาย จะยาวและใหญ่กว่ารากอื่นๆที่แยกออกไป ทำหน้าที่ เป็นหลักรับส่วนอื่นๆ ให้ทรงตัวอยู่ได้

รากชนิดนี้พบในพืชใบเลี้ยงคู่ที่งอกออกจากเมล็ดโดยปกติ ส่วนพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ที่งอกออกจากเมล็ดใหม่ๆก็มีรากระบบนี้เหมือนกันแต่มีอายุได้ไม่นานก็เน่าเปื่อยไปแล้วเกิดรากชนิดใหม่ขึ้นมาแทน (รากฝอย)

2. Secondary root หรือรากแขนง (lateral root หรือ branch root) เป็นรากที่เจริญเติบโตออกมาจากรากแก้ว กำเนิดมาจากเนื้อเยื่อเพริไซเคิล มักงอกเอียงลงไปในดิน จนเกือบขนานหรือขนานไปกับพื้นดิน รากชนิดนี้อาจแตกแขนงออกเป็นทอดๆ ได้อีกเรื่อยๆ



ภาพแสดงลักษณะของรากพืช

ที่มา : <https://www.google.com/search?q>

3. Adventitious root หรือ รากวิสามัญ เป็นรากที่ไม่ได้กำเนิดจากรากแก้ว หรือรากแขนง รากชนิดนี้อาจแตกออกจากโคนต้นของพืช ตามข้อของลำต้นหรือกิ่ง ตามใบ หรือจากกิ่งตอนของไม้ผลทุกชนิด แยกเป็นชนิดย่อยได้ตามรูปร่างและหน้าที่ ได้ดังนี้

3.1 รากฝอย (fibrous root) เป็นรากเส้นเล็กๆมากมาย ขนาดโตสม่ำเสมอ กัน ไม่เรียวยาวที่ปลายอย่างรากแก้ว งอกออกจากรอบโคนต้นแทนรากแก้วที่ผุ่เสียไปหรือหยุดเติบโต พบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเป็นส่วนใหญ่

3.2 รากค้ำจุน (Prop root) เป็นรากที่แตกออกมาจากข้อของลำต้น ที่อยู่ใต้ดิน และเหนือดินขึ้นมาเล็กน้อย และพุ่งแทงลงไปในดินเพื่อพยุงลำต้นเอาไว้ไม่ให้ล้มง่าย เช่นรากค้ำจุนของต้นข้าวโพด ต้นลำเจียก ต้นโกกวาง

3.3 รากเกาะ (Climbing root) เป็นรากที่แตกออกมาจากข้อของลำต้นแล้วมาเกาะ ตามหลักหรือเสา เพื่อพยุงลำต้นให้ติดแน่นและชูลำต้นขึ้นที่สูง เช่นรากของพลู พลูด่าง กล้ายไม้



รากเกาะ



รากค้ำจุน



3.4 รากสังเคราะห์แสง (photosynthetic root) เป็นรากที่แตกออกมาจากข้อของลำต้น แล้วห้อยลงมาในอากาศ มีสีเขียวของคลอโรฟิลล์ เป็นรากที่ทำหน้าที่สังเคราะห์แสง เช่น รากกล้วยไม้ที่มีสีเขียวเฉพาะรากอ่อน หรือปลายรากที่แก่เท่านั้น รากของไทร โกงกาง มีสีเขียวเฉพาะตรงที่ห้อยอยู่ในอากาศ ส่วนที่ไซลงไปในดินแล้วไม่มีสีเขียวเลย

3.5 รากหายใจ (Respiratory root) รากพวกนี้เป็นแขนงงอกออกจากรากใหญ่ ที่แทงลงไปในดินอีกทีหนึ่ง แต่แทนที่จะงอกลงไปในดิน กับ ชูปลายขึ้นมาเหนือดินหรือผิวน้ำ บางทีก็ลอยตามผิวน้ำ เช่น รากของแพลงพวย

3.6 รากกาฝาก (Parasitic root) เป็นรากของพืชบางชนิดที่เป็นปรสิต เช่น รากของต้นกาฝาก และต้นฝอยทอง



รากหายใจ



รากกาฝาก

ที่มา:

3.7 รากสะสมอาหาร (storage root) เป็นรากที่ทำหน้าที่ในการสะสมอาหาร ประเภทแป้ง น้ำตาล หรือ โปรตีนเอาไว้ ทำให้มีลักษณะอวบอ้วนเรามักเรียกว่า หัว เช่น หัวแครอท หัวผักกาด หัวมันเทศ หัวมันแกว มันสำปะหลัง กระชาย เป็นต้น



แครอท



กระชาย

ภาพแสดงรากสะสมอาหาร

ที่มา: <https://www.google.com/search?q>



บัตรกิจกรรมที่ 3.3  
ชนิดของราก

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนเลือกคำตอบชนิดของรากพืชทางด้านขวามือ ให้ถูกต้อง

- |              |                     |
|--------------|---------------------|
| 1. แพงพวย    | ก. รากหายใจ         |
| 2. ผักกระเฉด | ข. รากค้ำจุน        |
| 3. ชิง       | ค. รากสะสมอาหาร     |
| 4. ไทร       | ง. รากสังเคราะห์แสง |
| 5. ตะไคร้    | จ. รากเกาะ          |
| 6. แครอท     | ฉ. รากกาฝาก         |
| 7. กระจ่าง   |                     |
| 8. กัลยไม้   |                     |
| 9. ข้าวโพด   |                     |
| 10. ฝอยทอง   |                     |



ง่ายมากเลยใช่ไหมครับ

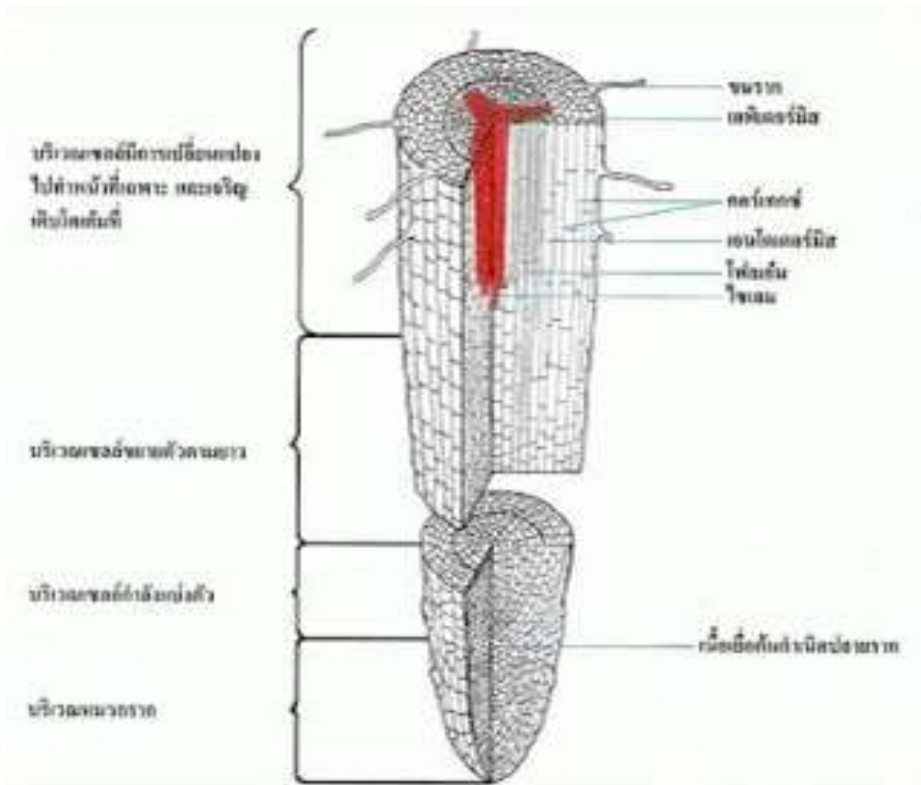
บัตรเฉลยคำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.1  
โครงสร้างภายนอกและการเจริญเติบโตของรากพืช

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้อง (คะแนนเต็ม 5 คะแนน ตอบได้ข้อละ 1 คะแนน)

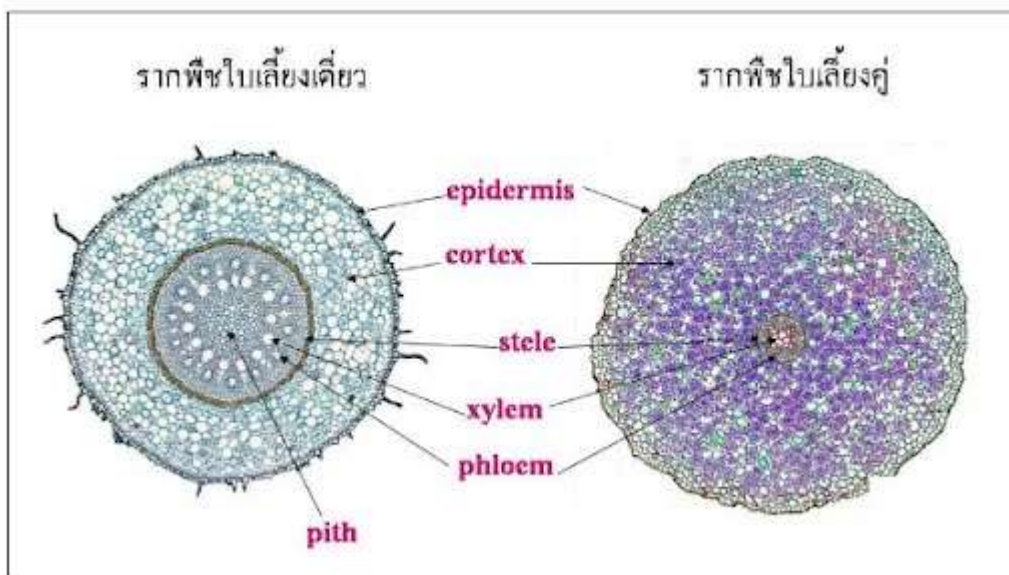
เก่งมากครับ



เฉลยบันทึกผลกิจกรรมที่ 3.2  
การศึกษาโครงสร้างภายในของราก



โครงสร้างภายในของรากตัดตามยาว



โครงสร้างภายในรากตัดตามขวาง

เฉลยบันทึกผลกิจกรรมที่ 3.2  
การศึกษาโครงสร้างภายในของราก



บัตรเฉลยคำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.2  
การศึกษาโครงสร้างภายในของราก

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้อง (คะแนนเต็ม 5 คะแนน ตอบได้ข้อละ 1 คะแนน)





บัตรเฉลยกิจกรรมที่ 3.3  
ชนิดของราก

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนเลือกคำตอบชนิดของรากพืชทางด้านขวามือ ให้ถูกต้อง

- |              |                     |
|--------------|---------------------|
| 1. แพงพวย    | ก. รากหายใจ         |
| 2. ผักกระเฉด | ข. รากค้ำจุน        |
| 3. ชিং       | ค. รากสะสมอาหาร     |
| 4. ไทร       | ง. รากสังเคราะห์แสง |
| 5. โกงกาง    | จ. รากเกาะ          |
| 6. แครอท     | ฉ. รากกาฝาก         |
| 7. กระจ่าง   |                     |
| 8. กัลยไม้   |                     |
| 9. ข้าวโพด   |                     |
| 10. ฝอยทอง   |                     |

คำตอบ 1.



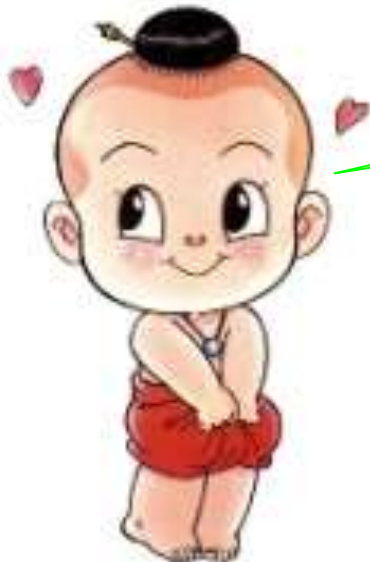
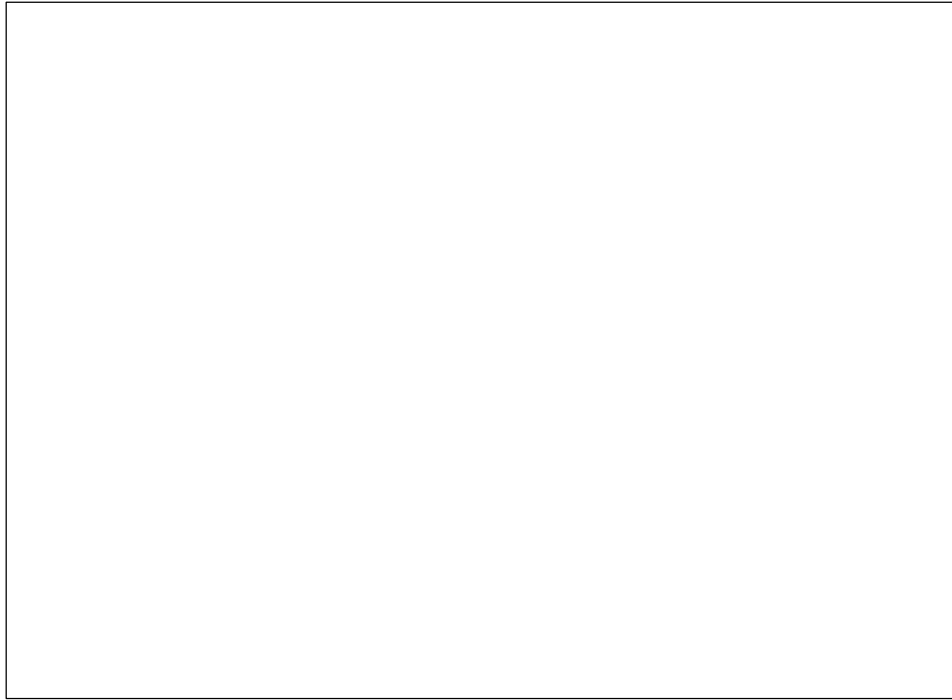
แบบทดสอบหลังเรียน  
เรื่อง พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วเขียนคำตอบ ก ข ค ง ลงในสมุด (คะแนนเต็ม 5 คะแนน ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน)

1. ขนราก (Root hair) หมายถึงข้อใด
  - ก. เซลล์
  - ข. เนื้อเยื่อ
  - ค. อวัยวะ
  - ง. ระบบ
2. ส่วนใดของพืชที่ช่วยในการดูดน้ำและแร่ธาตุมากที่สุด
  - ก. cortex
  - ข. epidermis
  - ค. endodermis
  - ง. vascular bundle
3. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการจัดเรียงตัวของราก (จากนอกเข้าข้างใน)
  - ก. epidermis, endodermis ,cortex, pericycle, phloem, xylem
  - ข. epidermis, cortex, endodermis, pericycle, xylem, phloem
  - ค. epidermis, endodermis, cortex, pericycle, phloem, xylem
  - ง. epidermis, cortex, endodermis, pericycle, xylem, phloem
4. ส่วนใดของรากที่เจริญเป็น root hair
  - ก. cortex
  - ข. epidermis
  - ค. endodermis
  - ง. vascular bundle
5. pericycle เจริญไปเป็นส่วนใดของพืช
  - ก. ขนราก
  - ข. รากแขนง
  - ค. เส้นกลางใบ
  - ง. กลุ่มท่อลำเลียง

6. แร่ธาตุเข้าสู่รากได้โดยวิธีใด
  - ก. difission
  - ข. osmosis
  - ค. Active transport
  - ง. ถูกทุกข้อ
7. ข้อใดต่อไปนี้เป็นพบเฉพาะในรากเท่านั้น
  - ก. เอพิเดอร์มิส
  - ข. เพอริไซเคิล
  - ค. แคมเบียม
  - ง. เอนโดเดอร์มิสการดูดน้ำนมของเด็กอ่อน สิ่งเร้าคือ อะไร
8. ขนรากและรากแขนงแตกต่างกันอย่างไร
  - ก. ขนรากเกิดจาก cortex แต่รากแขนงเกิดจาก epidermis
  - ข. ขนรากเกิดจาก epidermis แต่รากแขนงเกิดจาก pericycle
  - ค. ขนรากเกิดจาก endodermis แต่รากแขนงเกิดจาก cortex
  - ง. ขนรากเกิดจาก pericycle แต่รากแขนงเกิดจาก pith
9. เนื้อเยื่อชั้นที่พบในรากพืชแต่ไม่พบในลำต้น
  - ก. endodermis และ pericycle
  - ข. endodermis และ cortex
  - ค. endodermis และ cambium
  - ง. endodermis และ pith
10. การที่จะดูว่าเป็นรากหรือลำต้นตัดตามขวางดูได้จาก
  - ก. ชั้นของ Cortex ในรากแคบ Cortex ลำต้นกว้าง
  - ข. ชั้นของ Cortex ในลำต้นแคบ Cortex ของรากกว้าง
  - ค. ชั้นของมัดท่อน้ำท่ออาหารกระจัดกระจายในรากและเป็นระเบียบในลำต้น
  - ง. ชั้นของมัดท่อน้ำท่ออาหารกระจัดกระจายในลำต้นและเป็นระเบียบในราก

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน  
เรื่อง พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด



ตอบถูกหมดเลยใช้ไหม เก่งมากครับ  
ศึกษาในชุดต่อไปได้เลยครับ

### บรรณานุกรม

- เกษม ศรีพงษ์ และคณะ. **ชีววิทยา**. กรุงเทพฯ : ชมรมบัณฑิตแนะแนว, 2540.  
 \_\_\_\_\_ . **คู่มือเตรียมสอบ ชีววิทยา เล่ม 1 ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4- ม.6)**. กรุงเทพฯ :  
 ภูมิบัณฑิตการพิมพ์, 2537.
- ธนะชัย ทองศรีนุช และคณะ. **คู่มือชีววิทยา 6 ว 044**. กรุงเทพฯ : ประสานมิตร, 2533.  
 นันทิยา บุญเคลือบ และคณะ. **พจนานุกรมวิทยาศาสตร์ ฉบับภาพประกอบ**. กรุงเทพฯ :  
 โปรดักทีฟ บুক , 2541.
- ประพันธ์ พนธรา. **สรุปเข้มชีววิทยาพื้นฐานและเพิ่มเติมใหม่** . กรุงเทพฯ :  
 ซีแอนด์เอ็นบุ๊ก. แม็ค, 2552.
- ปรีชา สุวรรณพิณิจ และ นงลักษณ์ สุวรรณพิณิจ. **ชีววิทยา ม.6 เล่ม 5**. กรุงเทพฯ:  
 เจริญดีการพิมพ์, 2536.
- วิทยา ศรีดามา. **ภาพผู้ป่วยแอดดิสัน**. คณะแพทยศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, มปป.  
 สมาน แก้วไวยุทธ. **คู่มือเตรียมสอบชีววิทยา ม.4 – 5 – 6** . กรุงเทพฯ : ไทเนรมิต  
 อินเตอร์โปรเกรสซีฟ. 2537.
- สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, โครงการ. **สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่ม 10**.  
 กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2531.
- สมใจ รักษาศรี. **ชีววิทยา Essential Atlas of Biology**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2547.  
 ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **กระทรวงศึกษาธิการ** .  
**หนังสือเรียนชีววิทยา เล่ม 3**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2548  
 \_\_\_\_\_ . **คู่มือครูชีววิทยา เล่ม 3**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2548.  
 \_\_\_\_\_ . **หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา ว044 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**  
**พุทธศักราช 2524** . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2536.