

เอกสารประกอบการสอน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชมีดอก

วิชาการดำรงชีวิตของพืช รายวิชา ว 42204

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



ชุดที่ 3 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น

โดย

นางฉวีวรรณ เมืองทอง

ครู ชำนาญการ อันดับ คศ.2

โรงเรียนอ่างศิลา อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี

สำนักงานเขตพื้นที่อุบลราชธานี เขต 3

## คำนำ

การพัฒนาเอกสารประกอบการสอน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการดำรงชีวิตของพืชเรื่อง การดำรงชีวิตของพืชหน่วยย่อย โครงสร้างและหน้าที่ของพืชมีดอก เรื่อง “โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น” นี้ ข้าพเจ้าได้จัดทำขึ้นเพื่อ ใช้ประกอบการเรียนการสอน รายวิชาการดำรงชีวิตของพืช ซึ่งประกอบด้วย แบบทดสอบ เนื้อหา กิจกรรม รูปภาพประกอบ คำถามท้ายบทเรียนและใบงานเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้ฝึกปฏิบัติซึ่งตรงกับการปฏิรูปการศึกษาของไทยที่มุ่งเน้นให้นักเรียนมีความสมบูรณ์ทั้งด้านสติปัญญา ความรู้ คุณธรรมและจริยธรรมเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอน การเรียนรู้ได้จากประสบการณ์ในการสอนวิชาและการค้นคว้าจากตำราที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิชาการดำรงชีวิตของพืช(วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม)ช่วงชั้นที่ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้จัดทำหวังว่าเอกสารประกอบการสอนชุดนี้ คงจะเป็นประโยชน์ต่อการสอนของครู การเรียนรู้ของนักเรียน และนักเรียนสามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องต่อไป

นางฉวีวรรณ เมืองซอง

## สารบัญ

| เรื่อง                                            | หน้า |
|---------------------------------------------------|------|
| คำชี้แจงในการใช้เอกสารประกอบการสอน                | 1    |
| ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง                           | 3    |
| แบบทดสอบก่อนและหลังการใช้เอกสารประกอบการสอน       | 4    |
| โครงสร้างภายในของลำต้น                            | 5    |
| โครงสร้างภายในลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่                 | 5    |
| โครงสร้างภายในลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว              | 6    |
| หน้าที่และชนิดของลำต้น                            | 7    |
| ใบงานที่ 1 กิจกรรมที่ 1 โครงสร้างภายในของลำต้นพืช | 14   |
| แนวคำตอบกิจกรรมที่ 1                              | 15   |
| เฉลยแบบทดสอบก่อนและหลังการใช้เอกสารประกอบการสอน   | 17   |
| บรรณานุกรม                                        | 18   |

คำชี้แจงในการใช้เอกสารประกอบการสอน  
สำหรับครู

1. เอกสารประกอบการสอนเล่มที่ 3 โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 วิชาการดำรงชีวิตของพืช (เพิ่มเติม) รายวิชา ว 42204 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชมีดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. หลังจากจบการเรียนรู้การสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 แล้ว ให้นักเรียนศึกษาเอกสารเล่มนี้ออกเวลาเรียนโดยใช้เวลา 2 ชั่วโมง
3. นักเรียนต้องผ่านการศึกษาเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 2 มาแล้ว
4. นักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการสอน โดยทำตามคำแนะนำที่มีอยู่ในเล่ม เรียงตามลำดับขั้นตอนที่กำหนด
5. นักเรียนสามารถศึกษาเอกสารประกอบการสอนเล่มนี้ได้ด้วยตนเอง

**คำชี้แจงในการใช้เอกสารประกอบการสอน  
สำหรับนักเรียน**

1. เอกสารประกอบการเรียนเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอกเล่มนี้ คือเล่มที่ 3 โครงสร้างหน้าที่ของลำต้น
2. นักเรียนต้องผ่านการศึกษาเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 2 มาแล้ว
3. นักเรียนอ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ก่อนศึกษาเอกสารประกอบการเรียน
4. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 10 ข้อ
5. นักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการเรียนตามลำดับ เมื่อเข้าใจแล้ว ทำกิจกรรมท้ายบทเรียนให้ครบทุกกิจกรรม
6. นักเรียนตรวจเฉลยกิจกรรมท้ายบทเรียนด้วยตนเอง
7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ
8. นักเรียนตรวจเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยตนเอง
9. ในกรณีที่นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ไม่ถึง 8 ข้อ ให้นักเรียน ย้อนกลับไปศึกษาเอกสารเล่มนี้ใหม่แล้วทำแบบทดสอบอีกครั้งให้ได้ตามเกณฑ์
10. นักเรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง ไม่ดูเฉลยก่อนทำกิจกรรมหรือแบบทดสอบ
11. หลังจากนักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการเรียนเล่มนี้จบแล้ว ให้นักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 4 การเจริญเติบโตของรากและลำต้น เป็นอันดับต่อไป

### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

- 1.สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับ โครงสร้างและหน้าที่ของราก ลำต้น ใบ ของพืชดอก

### จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1.สำรวจตรวจสอบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ได้
- 2.เปรียบเทียบลักษณะที่แตกต่างระหว่างลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ได้
- 3.บอกหน้าที่ที่สำคัญและหน้าที่พิเศษอื่นๆของลำต้นพืชได้
- 4.จำแนกชนิดของลำต้นและยกตัวอย่างชนิดของลำต้นแต่ละประเภทได้
- 5.ทำกิจกรรมการทดลองเพื่อศึกษาโครงสร้างภายในของลำต้น

แบบทดสอบก่อน – หลังการใช้เอกสารประกอบการสอน  
เล่มที่ 3 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น

1. ลำต้นมีข้อแตกต่างจากรากอย่างไร .....
2. เอพิเดอร์มิส สามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์ชนิดใดได้ .....
3. วาสคิวลาร์บันเดิล ประกอบด้วยเนื้อเยื่อใด? .....
4. ลำต้นพืชชนิดใดที่มีช่องพืธ .....
5. ลำต้นมีหน้าที่ คำตอบ .....
6. พืชที่มีลำต้นสะสมอาหารคือ .....
7. หนามกุหลาบ เปลี่ยนแปลงมาจากส่วนใด .....
8. พืชชนิดใดการสะสมน้ำไว้ในลำต้น.....
9. ลำต้นใต้ดินของกล้วยเรียกว่า .....
10. หัวหอม หัวกระเทียม สะสมอาหารไว้ในที่ .....



## โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น

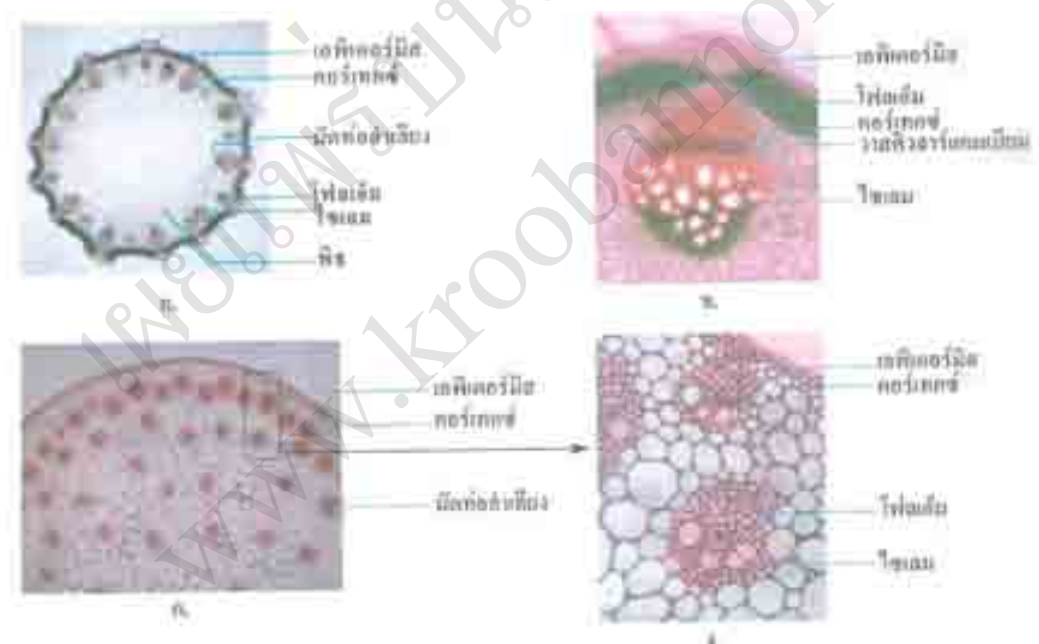
### 1 โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น

ลำต้น (Stem) เป็นอวัยวะหรือส่วนของพืช ซึ่งมักจะเจริญขึ้นเหนือดินและต้านต่อแรงดึงดูดโลก (Negative geotropism) ซึ่งเป็นทิศทางที่เจริญตรงกันข้ามกับราก ทั้งนี้ยกเว้นลำต้นบางชนิดที่มีการเปลี่ยนแปลงไปเจริญตรงกันข้ามกับราก ทั้งนี้ยกเว้นลำต้นบางชนิดที่มีการเปลี่ยนแปลงไปเจริญอยู่ใต้ดิน ลำต้นยังเป็นที่เกิดของใบอีกด้วย ในช่วงที่ลำต้นยังอ่อนอยู่มักจะมีสีเขียวเนื่องจากสีของคลอโรฟิลล์

ลักษณะของลำต้นที่แตกต่างจากรากคือ มี ข้อ (Node) และปล้อง (Internode) บริเวณที่เป็นข้อมักพบตา (Bud) ที่จะเจริญต่อไปเป็นกิ่งหรือดอก ในลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เห็นข้อปล้องได้อย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่น ต้นไผ่ มะพร้าว หมากรุก หล้า เป็นต้น ส่วนในพืชใบเลี้ยงคู่จะเห็นปล้องในช่วงที่ลำต้นยังอ่อนอยู่ เมื่อลำต้นมีอายุมากขึ้นมีการสร้างคอร์กหุ้มทำให้มองไม่เห็นข้อปล้อง

#### 1.1 โครงสร้างภายในของลำต้น

เนื่องจากลำต้นถือว่าเป็นอวัยวะส่วนหนึ่งของพืช เช่นเดียวกับราก ดังนั้น จึงมีเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ เช่นเดียวกัน แต่อาจแตกต่างกันในลักษณะการเรียงตัว อีกทั้งพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ยังมีโครงสร้างที่ต่างกัน ดังเห็นได้จากการทำกิจกรรม



ภาพที่ 3-1 แสดง โครงสร้างภายในของลำต้นตัดตามขวางระยะที่มีการเจริญเติบโตขั้นแรก

(ที่มา:สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548, หน้า 18 )

ก. ภาพถ่ายลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ (ถั่วเขียว)

ค. ภาพถ่ายลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข้าวโพด)

ข. ภาพวาดลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ (ถั่วเขียว)

ง. ภาพวาดลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข้าวโพด)



### โครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่

เมื่อนำลำต้นอ่อนของพืชใบเลี้ยงคู่มาตัดตามขวางแล้วส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะพบว่าเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ อยู่เรียงตั้งแต่ชั้นนอกเข้าไปชั้นในได้ดังนี้

1. **เอพิเดอร์มิส** อยู่ด้านนอกสุดปกคลุมอยู่เพียงแถวเดียว อาจเปลี่ยนแปลงเป็นเซลล์คุม (Guard cell) ขน หรือหนาม ด้านนอกของเอพิเดอร์มิสมีคิวทินเคลือบอยู่

2. **คอร์เทกซ์** ชั้นคอร์เทกซ์ของลำต้นแคบกว่าของราก เซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์ส่วนใหญ่เป็นเซลล์พารังคิมา (Parenchyma เป็นเนื้อเยื่อชนิดหนึ่งที่ประกอบด้วย Parenchyma cell หมายความว่า คำเดียวกันอาจใช้เป็นชนิดของเซลล์ หรือชนิดของเนื้อเยื่อก็ได้) เซลล์บริเวณด้านนอก 2-3 แถว ที่อยู่ติดกับเอพิเดอร์มิสเป็นเซลล์คอลเลงคิมาที่ช่วยให้ลำต้นมีความแข็งแรงขึ้น และมีเนื้อเยื่อที่สเกลอเรนคิมาแทรกอยู่ทั่วไป ในระยะแรกที่ลำต้นยังอ่อนอยู่ พารังคิมาอาจมีคลอโรพลาสต์ช่วยในการสังเคราะห์ด้วยแสง เรียกเซลล์นี้ว่า คลอเรนคิมา (Chlorenchyma) การแตกกิ่งของลำต้นแตกมาจากชั้นคอร์เทกซ์นี้ ชั้นคอร์เทกซ์สิ้นสุดที่เอนโดเดอร์มิส ในลำต้นพืชส่วนใหญ่จะเห็นเอนโดเดอร์มิสได้ไม่ชัดเจนหรืออาจจะไม่มี ต่างจากรากที่เห็นได้อย่างชัดเจน

เมื่อลำต้นเจริญเติบโตมากยิ่งขึ้น เซลล์พารังคิมาหรือคอลเลงคิมาในชั้นคอร์เทกซ์จะแปรสภาพเป็นคอร์กแคมเบียม (Cork cambium) ซึ่งจะแบ่งตัวตลอดเวลาให้คอร์ก หรือ เฟลเลม (Phellem) ทางด้านนอก เซลล์เหล่านี้มีอายุสั้นมากและตายเร็ว และมีสารพวคซุเบอร์ิน หรือลิกนินมาสะสม ทำให้ชั้นคอร์กหนาขึ้น และดันเอพิเดอร์มิสให้หลุดร่วงไป

3. **สตีล** ในลำต้นชั้นนี้จะกว้างมากไม่สามารถแบ่งแยกออกจากคอร์เทกซ์ได้ชัดเจน ซึ่งแตกต่างจากรากที่แบ่งชั้นเห็นได้ชัดเจนกว่า ชั้นนี้มีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

3.1 **วาสคิวลาร์บันเดิล หรือมัดท่อลำเลียง** ประกอบด้วยเนื้อเยื่อไซเลมอยู่ด้านในและโฟลเอ็มอยู่ด้านนอก มัดท่อลำเลียงจะเรียงตัวอยู่ในแนวรัศมีเดียวกัน และเรียงอยู่รอบลำต้นอย่างมีระเบียบระหว่างเนื้อเยื่อทั้งสองชนิดมีวาสคิวลาร์แคมเบียมอยู่ตรงกลางในพืชใบเลี้ยงคู่

3.2 **พิช** เป็นเนื้อเยื่อชั้นในสุดของลำต้น เนื้อเยื่อส่วนนี้คือพารังคิมา ทำหน้าที่สะสมอาหารพวกแป้งหรือสารอื่น ๆ เช่น ลิกนิน ฟลิกแทนนิน (Tannin) เป็นต้น

### โครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

ในการเจริญเติบโตขึ้นต้น (Primary growth) ของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ ส่วนใหญ่จะมีชั้นของเนื้อเยื่อต่าง ๆ คล้ายกัน คือ มีชั้นเอพิเดอร์มิส คอร์เทกซ์ และสตีล เหมือนกัน ส่วนลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวยังมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป คือ

- **คอร์เทกซ์** ที่อยู่ระหว่างเอพิเดอร์มิสกับวาสคิวลาร์บันเดิลจะแคบกว่า เพราะมีชั้นของเซลล์อยู่เพียง 1-2 ชั้น

- **วาสคิวลาร์บันเดิล** กระจายอยู่ทั่วไปในชั้นคอร์เทกซ์ และไม่เรียงเป็นวงรอบลำต้นแบบพืชใบเลี้ยงคู่ วาสคิวลาร์บันเดิลมักมีมากบริเวณใกล้เอพิเคอร์มิส บริเวณถัดเข้าไปใจกลางลำต้น จะมีวาสคิวลาร์บันเดิลน้อยลง

- **วาสคิวลาร์บันเดิล** ไม่มีแคมเบียม หรือไม่มีวาสคิวลาร์แคมเบียมคั่นระหว่างไซเลมกับโฟลเอ็ม จึงไม่มีการเจริญเติบโตขั้นที่สอง (secondary growth) พืชใบเลี้ยงเดี่ยวส่วนใหญ่จึงไม่เพิ่มขนาดทางด้านข้าง (คือไม่อ้วนขึ้น) มีแต่การเพิ่มความสูงเท่านั้น ยกเว้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด เช่น จันทน์ผา จันทน์แดง หมากผู้หมากเมีย ว่านหางจระเข้ ที่มีแคมเบียมซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญ จึงแบ่งตัวได้และทำให้เกิดการเจริญเติบโตขั้นที่สอง ทำให้ลำต้นอ้วนขึ้น คล้ายกับลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ นอกจากนี้เมื่อลำต้นมีอายุมากขึ้น ยังสามารถสร้างคอร์กได้อีกด้วย

- **วาสคิวลาร์บันเดิล** ของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ยังมีบันเดิลชีท ซึ่งประกอบด้วย เนื้อเยื่อพาเรงคิมาที่สะสมแป้ง หรือเนื้อเยื่อสเกลอเรนคิมาล้อมรอบเป็นการป้องกันวาสคิวลาร์บันเดิลไว้

- พืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด ที่ใจกลางของลำต้น (พิต) ไม่มีวาสคิวลาร์บันเดิล มีแต่เนื้อเยื่อพาเรงคิมา ซึ่งจะแห้งตายไปตั้งแต่พืชยังอ่อนอยู่ กลายเป็นช่องกลวง เรียกว่า ช่องพิต (Pith cavity) เช่น ลำต้นของหญ้า และไผ่

#### เปรียบเทียบลักษณะที่แตกต่างระหว่างลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

| ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่                                                                  | ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. วาสคิวลาร์บันเดิล เรียงเป็นระเบียบในแนวรัศมี                                      | 1. วาสคิวลาร์บันเดิลกระจายทั่วลำต้น                                                            |
| 2. มีแคมเบียมระหว่างโฟลเอ็มและไซเลม จึงมีการเจริญเติบโตขั้นที่สอง ทำให้ลำต้นอ้วนขึ้น | 2. ส่วนใหญ่ไม่มีแคมเบียมระหว่างโฟลเอ็มและไซเลม จึงไม่เพิ่มขนาดทางด้านข้าง มีแต่การเพิ่มความสูง |
| 3. ชั้นคอร์เทกซ์รวมกับโฟลเอ็มที่มีอายุกลายเป็นเปลือกไม้                              | 3. ชั้นคอร์เทกซ์บาง ๆ ไม่มีการรวมตัวเป็นเปลือกไม้                                              |
| 4. เมื่อพืชอายุมากขึ้น ไซเลมที่มีอายุมากจะถูกดันเข้าไปข้างในกลายเป็นไม้เนื้อแข็ง     | 4. ไม่มีการสร้างไม้เนื้อแข็งและกลางลำต้นอาจกลวง                                                |

### 1.2 หน้าที่และชนิดของลำต้น

#### หน้าที่ของลำต้น

##### หน้าที่ของลำต้นที่สำคัญคือ

1. เป็นแกนสำหรับพราง (Support) กิ่งก้าน ใบ และดอกให้ได้รับแสงแดด มากที่สุด เนื่องจากแสงแดดจำเป็นสำหรับกระบวนการสร้างอาหารของพืช จึงต้องมีกระบวนการที่จะคลี่ใบให้ได้รับแสงแดดได้อย่างทั่วถึง

2. เป็นตัวกลางในการลำเลียง (Transport) น้ำ แร่ธาตุและอาหารส่งผ่านไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืช คือ เมื่อลำต้นได้รับน้ำและแร่ธาตุที่ส่งมาจากรากแล้ว ลำต้นจะลำเลียงส่งไปยังใบและส่วนอื่น ๆ เมื่อใบสังเคราะห์อาหารโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงแล้วจะส่งผ่านไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น เดียวกัน

นอกจากนี้ ลำต้นยังทำหน้าที่ต่าง ๆ เพิ่มอีกหลายอย่างได้แก่ สะสมอาหาร แพร่พันธุ์ สังเคราะห์ด้วยแสง และยังสามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปทำหน้าที่อื่น เช่น เปลี่ยนเป็นมือเกาะ (Tendrils) หรือเปลี่ยนแปลงเป็นหนาม (Spine) ยาง ลาเทกซ์ แทนนิน เป็นต้น

#### ชนิดของลำต้น

ปกติลำต้นจะขึ้นตั้งตรงเหนือพื้นดิน พืชหลายชนิดใช้ลำต้นพันหลักหรือเลื้อยไปตามดิน บางชนิดลำต้นอาจเจริญอยู่ใต้ดิน ดังนั้นจึงมีการแบ่งชนิดของลำต้นออกเป็นสองพวกใหญ่ ๆ คือ ลำต้นเหนือดิน (Terrestrial stem) และลำต้นใต้ดิน (Underground stem)



ภาพที่ 3-2 (สตรอเบอรี่) ลำต้นที่เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เลื้อยไปตามพื้น  
(ที่มา: <http://play.kapook.com/photo/show-79686>)



ภาพที่3-3 ลำต้นสะสมอาหาร

(ที่มา: <http://www.nanagaden.com/picture/Relax/1000159.jpg>)



ภาพที่ 3-4 ลำต้นเปลี่ยนเป็นมือเกาะ (Tendrill)

(ที่มา <http://cclhuw.bay.liwefiles.tore.com/ylmBLmcnp3IIF>)

#### ลำต้นเหนือดิน

ลำต้นเหนือดิน เป็นลำต้นที่ปรากฏอยู่เหนือพื้นดินทั่ว ๆ ไปของต้นไม้ต่าง ๆ ทั้งต้นไม้ใหญ่ ไม้พุ่ม ไม้ล้มลุก ทั้งที่เป็นไม้เนื้อแข็ง และไม้เนื้ออ่อน

ลำต้นเหนือดินบางชนิด ยังเปลี่ยนแปลงรูปร่าง และหน้าที่ได้ต่างกัันดังนี้

1. ลำต้นเลื้อยขนานไปกับผิวดิน หรือผิวน้ำ (Prostrate หรือ Creeping stem) ส่วนใหญ่ของพืชพวกนี้มีลำต้นอ่อน ตั้งตรงไม่ได้ จึงต้องเลื้อยขนานไปกับผิวดิน เช่น ผักบุ้ง หย้า แตงโม บวบก ผักกระเฉด ผักตบชวา สตอเบอร์รี่ เป็นต้น บริเวณข้อมีรากแตกเป็นแขนงออกมาแล้วปักลงดินเพื่อยึดลำต้นให้ติดแน่นกับที่ มีการแตกแขนงลำต้นออกจากตาบริเวณที่เป็นข้อทำให้มีลำต้นแตกแขนงออกไป ซึ่งเป็นการแพร่พันธุ์วิธีหนึ่ง แขนงที่แตกออกมาเลื้อยขนานไปกับผิวดินหรือน้ำนี้เรียกว่า สโตลอน (Stolon) หรือ รันเนอร์ (Runner) ที่ตรงกับภาษาไทยว่า ไหล



ภาพที่ 3-5 สโตลอนหรือลำต้นเลื้อยขนานกับผิวน้ำของผักตบชวา

(ที่มา: <http://www.vcharKgrn.com/uploads/169/169405.jpg>)

2. ลำต้นเลื้อยขึ้นสูง (Climbing stem หรือ Climber) พืชพวกนี้มีลำต้นอ่อนเช่นเดียวกับพวกแรก แต่ไต่ขึ้นสูง โดยขึ้นไปตามหลักหรือต้นไม้ที่อยู่ติดกัน วิธีการไต่ขึ้นสูงนั้นมีอยู่หลายวิธี คือ

2.1 ใช้ลำต้นพันหลักเป็นเกลียวขึ้นไป (Twining stem หรือ Twiner) การพันอาจเวียนซ้าย หรือ เวียนขวา เช่น ต้นถั่ว ฝอยทอง เถาวัลย์ชนิดต่าง ๆ ผักบุ้งฝรั่ง บอระเพ็ด

2.2 ลำต้นเปลี่ยนเป็นมือเกาะ (Stem tendril หรือ Tendril climber) มือเกาะจะบิดเป็นเกลียว คล้ายสปริงเพื่อให้มีการยึดหยุ่น เมื่อลมพัดผ่านมือเกาะจะบิดหัดได้ ตัวอย่างเช่น ต้นบวบ น้ำเต้า ฟักทอง องุ่น แตงกวา ตำลึง พวงชมพู กะทกรก ลัดดา ลิ้นมังกร เสาวรส โศกกระออม เป็นต้น (บางครั้ง Tendril อาจเกิดจากใบที่เปลี่ยนแปลงไป จะทราบจากการสังเกต เช่น ใบถั่วลิ้นเตา บริเวณปลายใบ เปลี่ยนไปเป็นมือเกาะ)



ภาพที่ 3-6 แสดงลำต้นเหนือดินที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นมือเกาะ (Stem tendril)

(ที่มา: <http://www.bloggang.com/viewdiary>.)



**2.3 ใช้รากพัน (Root climber)** เป็นลำต้นที่ได้ขึ้นสูงโดยงอรากออกมาบริเวณข้อ ชิดกับหลักหรือต้นไม้ต้นอื่น ตัวอย่างเช่น ต้นพลู พลูด่าง พริกไทย รากพืชเหล่านี้หากยึดติดกับต้นไม้จะไม่แกว่ง รากเข้าไปในลำต้นของพืชที่เกาะ ไม่เหมือนพวกกาฝากหรือฝอยทองซึ่งเป็นพืชปรสิตที่แทงรากเข้าไปในมัดท่อลำเลียงของพืชที่เกาะ

**2.4 ลำต้นเปลี่ยนเป็นหนาม (Stem spine หรือ Stem thorn)** หรือขอเกี่ยว (Hook) บางทีเรียกลำต้นชนิดนี้ว่า สแครมเบลอร์ (Scrambler) เพื่อใช้ในการไต่ขึ้นที่สูง และยังทำหน้าที่ป้องกันอันตรายอีกด้วย เช่น หนามของต้นเฟื่องฟ้า หรือตรุษจีน มะนาว มะกรูด และส้มชนิดต่าง ๆ หนามเหล่านี้จะแตกออกมาจากตาที่อยู่บริเวณซอกใบ หนามบางชนิดเปลี่ยนแปลงมาจากใบ หนามบางชนิดไม่ใช่ทั้งลำต้น ใบ และกิ่งที่เปลี่ยนแปลงไป แต่เกิดจากผิวหนังของลำต้นงอกออกมาเป็นหนาม เช่น หนามกุหลาบ ส่วนต้นกระดังงาและการะเวก มีขอเกี่ยวที่เปลี่ยนแปลงมาจากลำต้น แล้วยังมีดอกออกมาจากขอเกี่ยวได้ด้วย



ภาพที่ 3-7 ต้นกระดังงาที่มีขอเกี่ยวเปลี่ยนแปลงมาจากลำต้น

(ที่มา:<http://st.mengrai.ac.th/users/9263/m22/web/images/kadungnga.jpg>)

**3. ลำต้นที่เปลี่ยนแปลงไปมีลักษณะคล้ายใบ (Cladophyll หรือ Phylloclade หรือ Cladode)** ลำต้นที่เปลี่ยนไปอาจแผ่แบนคล้ายใบ หรือเป็นเส้นเล็กยาว และยังมีสีเขียวทำให้เข้าใจผิดว่าเป็นใบ เช่น สนทะเล หรือ สนประติพัทธ์ ที่มีสีเขียวต่อกันเป็นท่อน ๆ นั้นเป็นส่วนของลำต้นที่เปลี่ยนแปลงไป ส่วนใบที่แท้จริงเป็นแผ่นเล็ก ๆ ติดอยู่รอบ ๆ ข้อ เรียกว่า ใบเกล็ด (Scale leaf) เช่นเดียวกับต้นโปรงฟ้า (Asparagus) ที่เห็นเป็นเส้นฝอยแผ่กระจายอยู่เป็นแผงและมีสีเขียวอันนั้นเป็นลำต้น ส่วนใบเป็นใบเกล็ดเล็ก ๆ ติดอยู่ตรงข้อ

นอกจากนี้ยังมีลำต้นอวบน้ำ (Succulent) เป็นลำต้นของพืชที่อยู่ในที่แห้งแล้งกันดารน้ำ จึงมีการสะสมน้ำไว้ในลำต้น เช่น ต้นกระบองเพชร สลัดได และพญาไร้ใบ

ลำต้นบางชนิดอาจเกิดจากตาหรือหน่อเล็ก ๆ ที่อยู่เป็นยอดอ่อนหรือใบเล็กๆ ประมาณ 2-3 ใบที่แตกออกบริเวณซอกใบกับลำต้น หรือแตกออกจากยอดลำต้นแทนดอก เมื่อหลุดออกจากต้นเดิมร่วงลงดินสามารถเจริญไปเป็นต้นใหม่ได้ ตัวอย่างเช่น หอม กระเทียม ตะเกียงสับประรด สรรพยา เป็นต้น

### ลำต้นใต้ดิน

ลำต้นใต้ดิน ส่วนใหญ่มักเข้าใจผิดว่าเป็นราก เนื่องจากมีรากแตกออกมาจากลำต้นเหล่านั้น ลักษณะเหมือนกับรากแขนงแตกออกมาจากรากแก้ว ลักษณะของลำต้นใต้ดินที่แตกต่างจากรากคือมีข้อและปล้องเห็นได้ชัดเจนบางครั้งมีตาอยู่ด้วย ต้นไม้ที่มีลำต้นใต้ดินมักมีอายุยืน ในแต่ละปีจะส่งหน่อ ที่เป็นส่วนของลำต้นหรือกิ่งขึ้นมาเหนือพื้นผิวดิน เพื่อออกดอกและให้ผล แล้วส่วนนี้ก็ตายไปเหลือแต่ลำต้นใต้ดินเอาไว้

รูปร่างลักษณะของลำต้นใต้ดินต่างจากลำต้นเหนือดินที่พบเห็นทั่วไป อาจมีรูปร่างลักษณะกลมหรือเป็นแท่งยาว เป็นแฉ่ง หรือเป็นหัว เช่นเดียวกับรากสะสมอาหาร จากรูปร่างของลำต้นใต้ดินที่แตกต่างกันจึงมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไป

ชนิดของลำต้นใต้ดิน จำแนกจากรูปร่างลักษณะดังนี้

1. **แงหรือเหง้า (Rhizome)** ลำต้นใต้ดินจะอยู่ขนานกับผิวดินเห็นข้อปล้องได้ชัดเจน ตามข้อมีใบสีน้ำตาลที่ไม่มีคลอโรฟิลล์ มีลักษณะเป็นเกล็ด เรียกว่า ใบเกล็ด หุ้มตาเอาไว้ มีรากงอกออกจากเหง้า หรือแงนั้น ๆ ตาอาจแตกแขนงเป็นใบอยู่เหนือดิน หรือเป็นลำต้นอยู่ใต้ดินก็ได้ เช่น หญ้าแห้วหมู จิงข่า ขมิ้น มันฝรั่ง วาน สาระแหน่ หญ้าแพรก พุทธรักษา กล้วย เป็นต้น สำหรับต้นกล้วยที่เราเห็นส่วนที่อยู่เหนือดินขึ้นมานั้นเป็นก้านใบที่แผ่ออกเป็นกาบ (Sheath) ซ้อนรวมกันเหมือนเป็นมัดนั่นเอง โดยลำต้นจริงเป็นเหง้าอยู่ใต้ดิน เช่นเดียวกับพุทธรักษา จิงข่า ที่มีลักษณะเป็นแฉ่ง บางคนแบ่งแยกว่าลำต้นกล้วยงอกส่วนที่เป็นกาบใบขึ้นมาในแนวตั้ง จึงเรียกลำต้นใต้ดินของกล้วยว่า **รากตอก (Rootstock)** ส่วนลำต้นใต้ดินที่งอกขนานไปกับพื้นดินเรียกว่า **ไรโซม (Rhizome)**

2. **ทูเบอร์ (Tuber)** เป็นลำต้นใต้ดินที่งอกออกมาจากปลายไรโซมมีปล้องเพียง 3-4 ปล้อง ตามข้อไม่มีใบเกล็ดและราก สะสมอาหารเอาไว้มากในลำต้นส่วนใต้ดิน จึงดูอ้วนใหญ่กว่าหัวชนิดไรโซม แต่บริเวณที่เป็นตาจะบวมลงไป ตัวอย่างเช่น มันฝรั่ง หน่อดินมีลำต้น และใต้ดินมีไรโซม ซึ่งบริเวณปลายพองออกเป็นทูเบอร์ ดังในรูปที่ชื่อว่า "Eye" นั่นคือตานั่นเองถ้ามีความชื้นพอเพียง ต้นใหม่จะงอกออกมาจากบริเวณตา ซึ่งผิดกับหัวมันเทศซึ่งเป็นรากไม่สามารถงอกต้นใหม่จากบริเวณหัวที่มีรอยบวมได้ เพราะไม่ใช่ตา

ตัวอย่างอื่น ๆ ของหัวชนิดทูเบอร์ ได้แก่ หญ้าแห้วหมู หัวมันมือเสือ มันกลอย



ภาพที่ 3-8 หัวมันฝรั่ง

(ที่มา: <http://th.wikipedia.org/wiki/>)

3. หัวกลีบ หรือบัลบ์ (Bulb) เป็นลำต้นใต้ดินที่ตั้งตรง อาจมีส่วนพื้นดินขึ้นมาบ้างก็ได้ ลำต้นมีขนาดเล็กที่มีปล้องที่สั้นมาก บริเวณปล้องมีใบเกล็ดที่ซ้อนกันหลายชั้นจนเห็นเป็นหัว เช่น หัวหอม หัวกระเทียม อาหารสะสมอยู่ในใบเกล็ด ในลำต้นไม่มีอาหารสะสม บริเวณส่วนล่างของลำต้นมีรากเส้นเล็กๆ แตกออกมาหลายเส้น เมื่อนำหัวหอมมาผ่าตามยาว จะพบใบเกล็ดเป็นชั้นๆ ชั้นนอกสุดเป็นแผ่นบางๆ เนื่องจากไม่มีอาหารสะสมชั้นถัดเข้าไปมีอาหารสะสม จึงมีความหนากว่าแผ่นนอก ชั้นในสุดของลำต้นเป็นส่วนยอด ถ้าเอาหัวชนิดนี้ไปปลูกส่วนยอดจะงอกออกมาเป็นใบสีเขียว



ภาพที่ 3-9 กระเทียมเป็นลำต้นใต้ดินชนิด บัลบ์

(ที่มา: <http://th.wikipedia.org/wiki/>)



**4. คอรัม (Corm)** ลักษณะของลำต้นใต้ดินที่ตั้งตรงเช่นเดียวกับหัวกลีบ ลักษณะที่แตกต่างกันคือ เก็บอาหารไว้ในลำต้นแทนที่จะเก็บไว้ในใบเกล็ด ลำต้นจึงมีลักษณะอวบใหญ่ ทางด้านล่างของลำต้นมีรากเส้นเล็ก ๆ หลาย ๆ เส้น ที่ข้อมีใบเกล็ดบาง ๆ หุ้ม ตาแตกออกมาจากข้อเป็นใบชูขึ้นสูงหรืออาจเป็นลำต้นได้ดินต่อไป ตัวอย่างเช่น เผือก ช่อนกลั่นฝรั่ง และแห้ว เป็นต้น



ภาพที่ 3-10 ลำต้นใต้ดินชนิด คอรัม (เผือก)

( ที่มา: [http://farm4.static.flickr.com/3353/3614456534\\_0bdabda508.jpg](http://farm4.static.flickr.com/3353/3614456534_0bdabda508.jpg) )

## ใบงานที่ 1

### กิจกรรมที่ 1 โครงสร้างภายในของลำต้นพืช

---

#### วัสดุอุปกรณ์

1. ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ชนิดต่างๆ เช่น ถั่ว จามจุรี หมอน้อย (หญ้ามะอ่อง) และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น ข้าว ข้าวโพด หรือหญ้าขน
2. ใบมีดโกน
3. สีชาฟรานิน หรือสีย้อมอาหารสีแดงความเข้มข้น 1 %
4. พู่กัน เข็มเย็บ งานเพาะเชื้อ และหลอดหยด
5. สไลด์ และกระจกปิดสไลด์
6. กล้องจุลทรรศน์

#### วิธีการทดลอง

นำลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ คือ ถั่วเขียว หมอน้อย และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่เพาะไว้ คือ ข้าวโพด ข้าว มาทำตามขั้นตอนเช่นเดียวกับการศึกษาโครงสร้างภายในของราก จากกิจกรรมที่ 12.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบ และศึกษาโครงสร้างภายในที่มีการเจริญเติบโตขึ้นแรกจากบริเวณใกล้ยอดหรือบริเวณเหนือแนวโค้ง เมื่อโน้มปลายยอดให้โค้งลง และการเจริญเติบโตขึ้นที่สองจากบริเวณที่อยู่ใต้แนวโค้งหรือบริเวณใกล้โคนต้น

- เนื้อเยื่อชั้นต่างๆ และการจัดเรียงตัวของท่อลำเลียงในลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
  - เปรียบเทียบเนื้อเยื่อชั้นต่างๆ ของราก และลำต้นว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
  - ทราบได้อย่างไรว่า โครงสร้างตัดตามขวางที่เห็นในกล้องจุลทรรศน์ เป็นส่วนของลำต้นใกล้ยอดหรือใกล้โคนลำต้น
-

### ตอบคำถามท้ายใบงานที่ 1

- เนื้อเยื่อชั้นต่างๆ และการจัดเรียงตัวของมัดท่อลำเลียงในลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

คำตอบ ลำต้นใบเลี้ยงคู่มีมัดท่อลำเลียงเรียงเป็นระเบียบเป็นวงโดยมีวาร์คิวลาร์แคมเบียมอยู่ระหว่างไซเลมและโฟลเอ็ม ส่วนลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว คอรัทเทกซ์มีอาณาเขตแคบมากแบ่งไม่ชัดเจนเพราะมัดท่อลำเลียงกระจายทั่วไป และไม่มีวาร์คิวลาร์คั่นระหว่างไซเลมและโฟลเอ็ม

- เปรียบเทียบเนื้อเยื่อชั้นต่างๆ ของรากและลำต้นว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

คำตอบ

| ข้อเปรียบเทียบ      | ราก                                         | ลำต้น                                                                               |
|---------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.เอพิเดอร์มา       | 1. มีขนราก                                  | 1. อาจมีขน หรือเปลี่ยนแปลงเป็นหนามหรือต่อม                                          |
| 2.คอรัทเทกซ์        | 2. กว้าง                                    | 2. แคบ                                                                              |
| 3.สดีล              | 3. แคบ                                      | 3. กว้าง                                                                            |
| 4.มัดท่อลำเลียง     | 4. ไซเลมและโฟลเอ็ม อยู่สลับกันตามแนวรัศมี   | 4. โฟลเอ็มอยู่ด้านนอก ไซเลม อยู่ด้านในแนวรัศมีเดียวกัน                              |
| 5.เอน โดเดอร์มัส    | 5. มีเห็นได้ชัดเจน                          | 5. ส่วนใหญ่ไม่มี ถ้ามีเห็นได้ไม่ชัดเจน เช่น ต้นหมอน้อย                              |
| 6.เพริไซเคิล        | 6. มี                                       | 6. ไม่มี                                                                            |
| 7.พีช               | 7. มีในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวใบเลี้ยงคู่ไม่มี | 7. มีทั้งในใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่แต่ในใบเลี้ยงเดี่ยวพืชมักสลายกลายเป็นช่องพิช |
| 8. จุดกำเนิดของแขนง | 8. แยกออกมาจากส่วนเพริไซเคิล                | 8. อาจแยกออกมาจากคอรัทเทกซ์                                                         |

- ทราบได้อย่างไรว่า โครงสร้างตัดตามขวางที่เห็นในกล้องจุลทรรศน์เป็นส่วนของลำต้นไผ่สัลดหรือไผ่โคนลำต้น

คำตอบ เนื้อเยื่อปลายยอดของใบเลี้ยงคู่ตัดตามขวาง จะเห็นมัดท่อลำเลียงเป็นกลมๆ เรียงเป็นระเบียบรอบลำต้น แต่คิคลีเยื่อไม่ชัดเจน สำหรับเนื้อเยื่อส่วนที่อยู่ทางด้านโคนต้นจะเห็นมัดท่อลำเลียงเรียงเป็นระเบียบและคิคลีเห็นได้ชัดเจนมาก เนื่องจากเนื้อเยื่อส่วนนี้มีอายุนานกว่าเนื้อเยื่อส่วนยอดซึ่งมีสารลิกนินมาพอกเมื่อเยื่อลิกนินจะคิคลีได้ชัดเจนกว่าเนื้อเยื่อส่วนนอกที่ไม่มีสารลิกนินมาพอก

- จำนวนวงปีของต้นไม้พอจะบอกอะไรแก่เราบ้าง

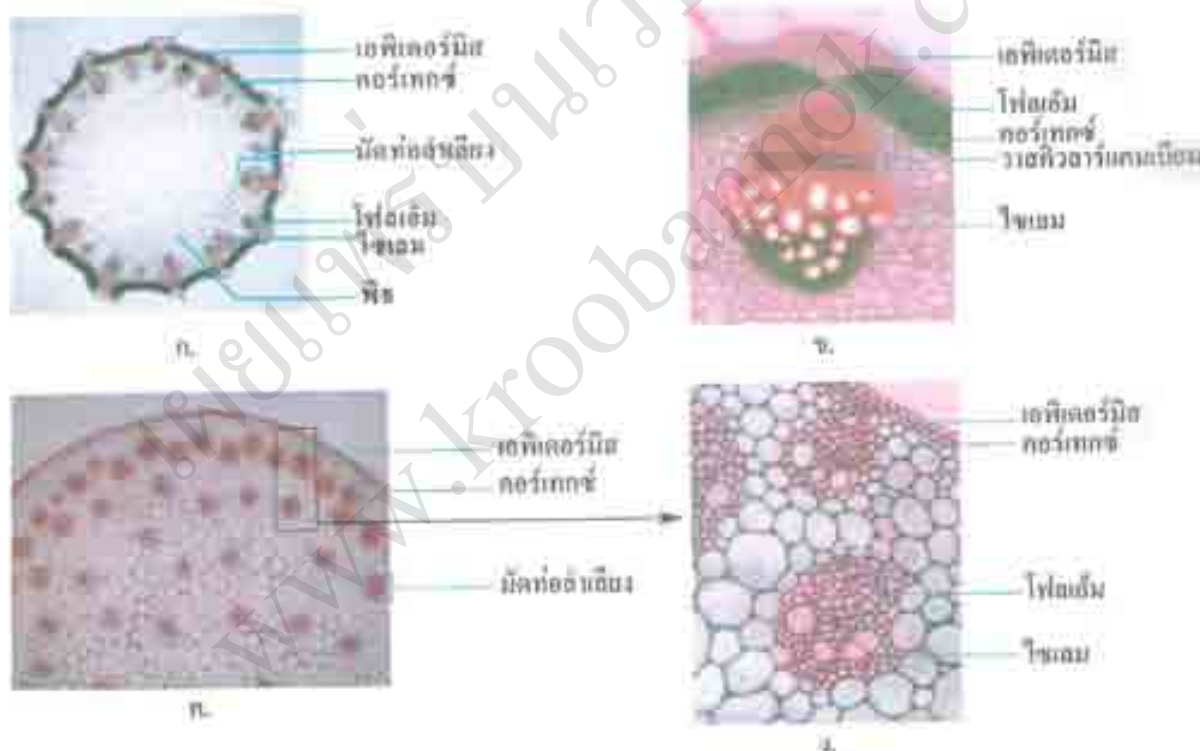
คำตอบ คาคะเนอายุของต้นไม้จากจำนวนของวงปีที่เห็น

- ความกว้างของชั้นวงปีที่เกิดจากไซเลมที่มีสีจาง บอกให้ทราบถึงอะไร

คำตอบ แสดงว่าในช่วงฤดูนั้นมือน้ำอุดมสมบูรณ์เซลล์มีการเจริญเติบโตดี โดยเฉพาะไซเลมจะมีเซลล์ขนาดใหญ่กว่าปกติ แต่จะมีสีจางลง เนื่องจากเป็นไซเลมที่ยังไม่มีสารลิกนินมาพอกมามากนัก

### ผลการศึกษา

นำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ เช่น ต้นหมอน้อย (*Vernonia* spp.) ถั่วเขียวและพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเช่น ต้นข้าวโพด ข้าว ต้นหญ้าคา หรือต้นหญ้านน มาตัดตามขวางดังใบงานที่ 3 กิจกรรมที่ 2 โครงสร้างภายในของรากในเอกสารประกอบการสอนเล่มที่ 2 จากนั้นนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นดังรูป



โครงสร้างภายในของลำต้นตัดตามขวางระยะที่มีการเจริญเติบโตขึ้นแรก

ก. ภาพถ่ายลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ (ถั่วเขียว)

ค. ภาพถ่ายลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข้าวโพด)

ข. ภาพวาดลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ (ถั่วเขียว)

ง. ภาพวาดลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข้าวโพด)

เฉลย แบบทดสอบก่อน – หลังการใช้เอกสารประกอบการสอน  
เล่มที่ 3 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น

1. ลำต้นมีข้อแตกต่างจากรากอย่างไร คำตอบ มี ข้อ (Node) และปล้อง (Internode)
2. เอพิเดอร์มิส สามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์ชนิดใดได้ คำตอบ เซลล์กุ่ม (Guard cell) ขน หรือ หนาม
3. วาสคิวลาร์บันเดิล ประกอบด้วยเนื้อเยื่อใด? คำตอบ ไซเลมและโฟลเอ็ม
4. ลำต้นพืชชนิดใดที่มีช่องพริศ คำตอบ ไม้ และหญ้า
5. ลำต้นมีหน้าที่ คำตอบ เป็นแกนสำหรับพุง (Support) กิ่งก้าน ใบ และดอกให้ได้รับแสงแดด และเป็นตัวกลางในการลำเลียง (Transport) น้ำ แร่ธาตุและอาหารส่งผ่านไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืช
6. พืชที่มีลำต้นสะสมอาหารคือ หอมหัวใหญ่ มันฝรั่ง
7. หนามกุหลาบ เปลี่ยนปลงมาจากส่วนใด เกิดจากผิวนอกของลำต้นงอกออกมา
8. พืชชนิดใดการสะสมน้ำไว้ในลำต้น คำตอบคือ ต้นกระบองเพชร, สลัดได, พญาไร้ใบ
9. ลำต้นใต้ดินของกล้วยเรียกว่า รุกชตอก (Rootstock)
10. หัวหอม หัวกระเทียม สะสมอาหารไว้ที่ ใบเกล็ด



### บรรณานุกรม

เทียมใจ คมกฤส. และคณะ. ปฏิบัติการพฤษศาสตร์ทั่วไป.พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : หาววิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์, 2538.

เทียมใจ คมกฤส. และคณะ. ปฏิบัติการพฤษศาสตร์ทั่วไป.พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : หาววิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์, 2542.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. กระทรวงศึกษาธิการ. หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา  
เล่มที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พิมพ์ครั้งที่ 3. : องค์การค้ำของ สกสค., 2548

Campbell, N.A. and Reece, J.B. Biology. 6<sup>th</sup> ed. Benjamin Cummings Publishing Company, Inc.  
California, 2002.

เผยแพร่บนเว็บไซต์  
www.kroobannok.com

**คำชี้แจงในการใช้เอกสารประกอบการสอน  
สำหรับครู**

1. เอกสารประกอบการสอนเล่มที่ 2 โครงสร้างและหน้าที่ของรากใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 วิชาการดำรงชีวิตของพืช (เพิ่มเติม) รายวิชา ว 42204 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชมีดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. หลังจากจบการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 แล้ว ให้นักเรียนศึกษาเอกสารเล่มนั้นนอกเวลาเรียน โดยใช้เวลา 2 ชั่วโมง
3. นักเรียนต้องผ่านการศึกษาเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 1 มาแล้ว
4. นักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการสอน โดยทำตามคำแนะนำที่มีอยู่ในเล่ม เรียงตามลำดับขั้นตอนที่กำหนด
5. นักเรียนสามารถศึกษาเอกสารประกอบการสอนเล่มนี้ได้ด้วยตนเอง



**คำชี้แจงในการใช้เอกสารประกอบการสอน  
สำหรับนักเรียน**

1. เอกสารประกอบการเรียนเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก  
เล่มนี้ คือเล่มที่ 2 โครงสร้างและหน้าที่ของราก
2. นักเรียนต้องผ่านการศึกษาเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 1 มาแล้ว
3. นักเรียนอ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ก่อนศึกษาเอกสารประกอบการเรียน
4. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 10 ข้อ
5. นักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการเรียนตามลำดับ เมื่อเข้าใจแล้ว  
ทำกิจกรรมท้ายบทเรียนให้ครบทุกกิจกรรม
6. นักเรียนตรวจเฉลยกิจกรรมท้ายบทเรียนด้วยตนเอง
7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ
8. นักเรียนตรวจเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยตนเอง
9. ในกรณีที่นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ไม่ถึง 8 ข้อ ให้นักเรียน  
ย้อนกลับไปศึกษาเอกสารเล่มนี้ใหม่แล้วทำแบบทดสอบอีกครั้งให้ได้ตามเกณฑ์
10. นักเรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง ไม่ดูเฉลยก่อนทำกิจกรรมหรือแบบทดสอบ
11. หลังจากนักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการเรียนเล่มนี้จบแล้ว  
ให้นักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการเรียนเล่มที่ 3 โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น เป็นอันดับต่อไป

### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของราก ลำต้น ใบ ของพืชดอก

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายส่วนประกอบโครงสร้างภายนอกและภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่
2. สืบค้น อภิปราย และอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของราก
3. ทำการทดลองเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของรากและโครงสร้างปลายราก

แบบทดสอบก่อน – หลังการใช้เอกสารประกอบการสอน  
ชุดที่ 2 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย x ทับตัวอักษร ก ข ค และ ง หน้าคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

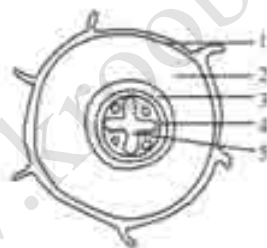
1. ขนราก (Root hair) หมายถึง

- ก. เซลล์                      ข. เนื้อเยื่อ                      ค. อวัยวะ                      ง. ระบบ

2. ถ้านำเนื้อเยื่อจากรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมาตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะพบว่ากลุ่มท่อน้ำท่ออาหารมีลักษณะอย่างไร

- ก. กลุ่มท่อน้ำท่ออาหารเรียงแบบกระจายทั่วไป โดยมีโฟลเอ็มเรียงสลับกับไซเลม  
ข. กลุ่มท่อน้ำท่ออาหารเรียงแบบเป็นระเบียบ โดยมีโฟลเอ็มเรียงสลับกับไซเลม  
ค. กลุ่มท่อน้ำท่ออาหารเรียงแบบกระจายทั่วไป โดยมีโฟลเอ็มเรียงในแนวรัศมีเดียวกับไซเลม  
ง. กลุ่มท่อน้ำท่ออาหารเรียงแบบเป็นระเบียบ โดยมีโฟลเอ็มเรียงในแนวรัศมีเดียวกับไซเลม

3. จากแผนภาพภาคตัดขวางของของรากพืช รากแขนงเกิดจากเนื้อเยื่อหมายเลขใด และเซลล์ที่เป็นองค์ประกอบของเนื้อเยื่อหมายเลข 5 เมื่อเจริญเต็มที่แล้วมีลักษณะอย่างไร



- ก. มีผนังเซลล์บาง รูปร่างค่อนข้างกลม  
ข. เป็นเซลล์รูปร่างยาว ผนังเซลล์บาง ผนังเซลล์ด้านหัวท้ายมีลักษณะเป็นแผ่นตะแกรง  
ค. เป็นเซลล์รูปร่างยาว หัวท้ายแหลม มีนิวเคลียสใหญ่  
ง. มีผนังเซลล์หนา ไม่มีชีวิต
4. ชั้นของเนื้อเยื่อที่มักไม่พบในลำต้น แต่มักพบในรากคือ
- ก. เอพิเดอร์มิส                      ข. เอ็นโดเดอร์มิส  
ค. เพริไซเคล                      ง. ทั้ง ข และ ค

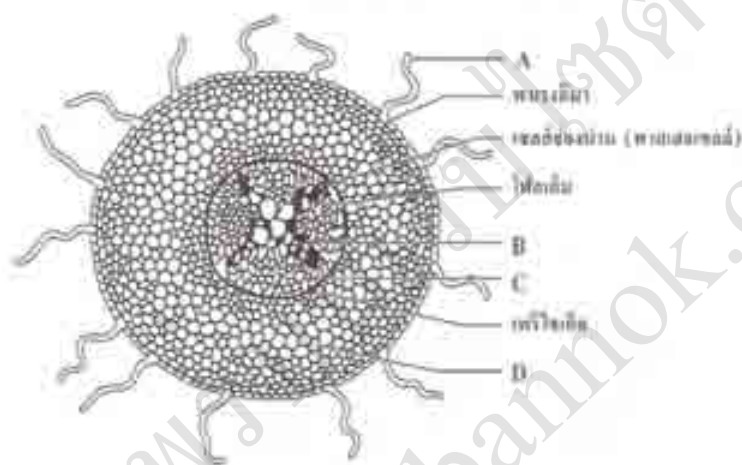
5. เซลล์รากที่มีอายุมากสามารถบอกได้ถึงความแตกต่าง จากเซลล์ขนรากที่มีอายุน้อยคือ

- ก. ขนรากอายุยิ่งมาก จำนวนแวคิวโอลยิ่งมากตามอายุ
- ข. ขนรากอายุยิ่งมาก จำนวนแวคิวโอลยิ่งลดลง แต่มีขนาดใหญ่ขึ้น
- ค. ขนรากอายุยิ่งน้อย จำนวนแวคิวโอลยิ่งน้อยตามอายุ
- ง. ขนรากอายุมากหรืออายุน้อย จำนวนแวคิวโอลไม่แตกต่างกัน

6. ส่วนใดที่ไม่พบใน Phloem

- ก. Companion cell
- ข. Sieve tube
- ค. Tracheid
- ง. Fiber

จากแผนภาพข้างล่างจงตอบคำถามข้อ 7- 10



7. ภาพที่เห็นเป็นภาพตัดขวางของ

- ก. รากพืชใบเลี้ยงคู่
- ข. รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
- ค. ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
- ง. ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่

8. A คือ

- ก. เซลล์ของเอพิเดอร์มิส
- ข. เซลล์ของขนราก
- ค. เซลล์ของเอนโดเดอร์มิส
- ง. ถูกทั้ง ก และ ข

9. B คือ

- ก. มัดท่อน้ำท่ออาหาร
- ข. ไซเลม
- ค. โพลีเอ็ม
- ง. ฟิธ

10. C คือ

- ก. คอร์เทกซ์
- ข. เอนโดเดอร์มิส
- ค. เพริไซเคลิ
- ง. ฟิธ

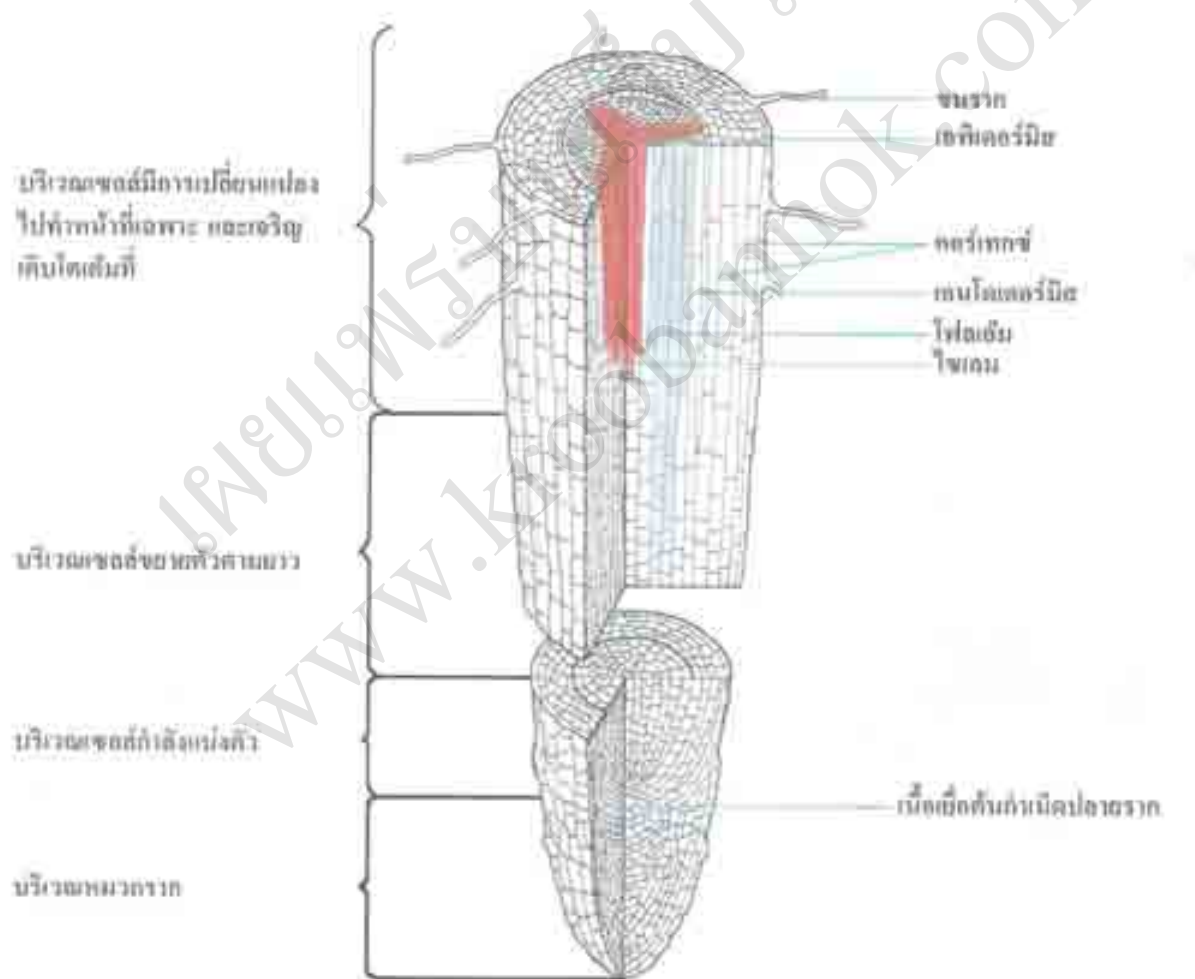
## โครงสร้างและหน้าที่ของราก

### 1. โครงสร้างและหน้าที่ของราก

รากของพืชมีหน้าที่สำคัญ คือ ยึดลำต้นให้ติดอยู่กับพื้นดิน ทำหน้าที่ดูดซึมน้ำและแร่ธาตุจากดิน และลำเลียงน้ำและแร่ธาตุต่าง ๆ ส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของลำต้น รากของพืชบางชนิดทำหน้าที่สะสมอาหาร รากเช่นนี้จะมีลักษณะเป็นหัว เช่น หัวไชเท้า แครอท มันเทศ มันแกว กล้วยตัง กระจाय ถั่วพู เป็นต้น รากพืชบางชนิดมีสีเขียว จึงสังเคราะห์แสงได้ เช่น รากกล้วยไม้ รากบางชนิดทำหน้าที่ลำจุน (Prop root) เช่น ไทรย้อย เตย ลำเจียก โกงกาง รากบางชนิดทำหน้าที่เกาะ (Climbing root) เช่น รากพลู พลูด่าง พรักไทย กล้วยไม้ เป็นต้น

#### 1.2 โครงสร้างภายในของราก

เนื่องจากรากถือได้ว่าเป็นอวัยวะหนึ่งของพืช จึงประกอบด้วยเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่แตกต่างกัน สำหรับการทํากิจกรรมต่อไปนี้ เพื่อจะได้ศึกษาเนื้อเยื่อบริเวณส่วนปลายราก



ภาพที่ 2-1 ปลายรากตัดตามยาว

(ที่มา:สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548 หน้า 7)

โครงสร้างภายในของรากนับจากปลายสุดของรากขึ้นไป แบ่งเป็นบริเวณต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. **บริเวณหุ้มราก (Root cap)** ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาหลายชั้นที่ปกคลุมเนื้อเยื่อเจริญที่ปลายรากที่อ่อนแอไว้ เซลล์ในบริเวณนี้มีอายุสั้น เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีการฉีกขาดอยู่เสมอ เพราะส่วนนี้จะยาวออกไปและชนไช่ลึกลงไปในดิน เซลล์เรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ

ส่วนใหญ่รากพืชจะมีหุ้มราก ซึ่งเป็นโครงสร้างที่สำคัญในการเบิกนำส่วนอื่น ๆ ของรากลงไปในดิน เป็นการป้องกันส่วนอื่น ๆ ของราก ไม่ให้เป็นอันตรายในการไช่ลงดิน เซลล์บริเวณหุ้มรากจะหลั่งเมือกกลื่นออกมา (Mucilage) ออกมา สำหรับให้ปลายรากแทงลงไปในดินได้ง่ายขึ้น

2. **บริเวณเซลล์แบ่งตัว (Region of cell division)** อยู่ถัดจากบริเวณหุ้มรากขึ้นไป ประกอบด้วยเซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญบริเวณปลายราก (Apical meristem) ที่ได้กล่าวไว้ในเรื่องเนื้อเยื่อเจริญ เซลล์มีขนาดเล็ก มีผนังเซลล์บาง ในแต่ละเซลล์มีโปรโทพลาซึมเข้มข้นและมีปริมาณมาก เป็นบริเวณที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส บางเซลล์ที่แบ่งได้จะทำหน้าที่แทนเซลล์หุ้มรากที่ตายไปก่อน บางส่วนจะยืดตัวยาวขึ้นแล้วอยู่ในบริเวณเซลล์ยืดตัวที่เป็นส่วนที่อยู่สูงขึ้นไป

3. **บริเวณเซลล์ยืดตัวตามยาว (Region of cell elongation)** ประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปร่างยาว ซึ่งเกิดมาจากเซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญที่แบ่งตัวแล้ว อยู่ในบริเวณที่สูงกว่าบริเวณเนื้อเยื่อเจริญ การที่เซลล์ขยายตัวตามยาวทำให้รากยาวเพิ่มขึ้น

4. **บริเวณเซลล์เจริญเติบโตเต็มที่ (Region of maturation)** อยู่สูงถัดจากบริเวณเซลล์ยืดตัวขึ้นมา เซลล์ในบริเวณนี้เจริญเติบโตเต็มที่แล้วมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเยื่อถาวร ชนิดต่าง ๆ

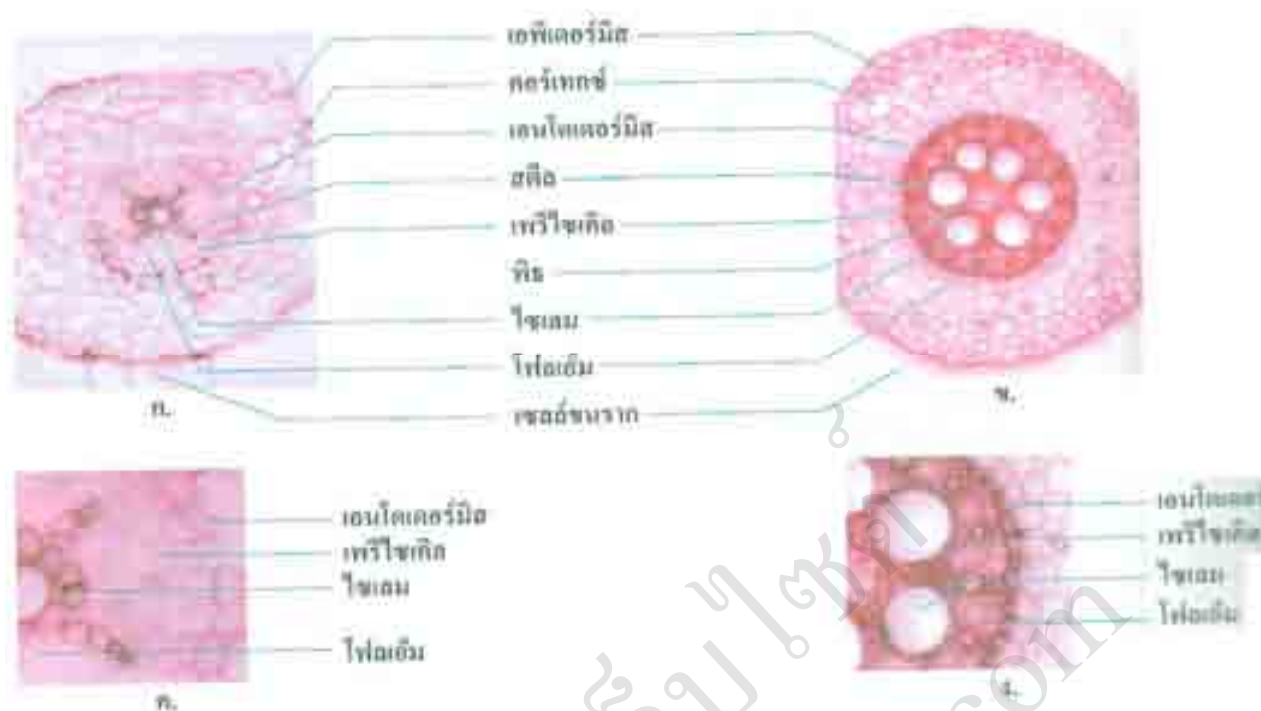
ในบริเวณนี้มีเซลล์ขนราก (Root hair cell) เป็นเซลล์เดี่ยวที่มีขนรากเป็นส่วนหนึ่งของผนังเซลล์ยื่นออกไป เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมน้ำและแร่ธาตุ เซลล์ขนรากเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเซลล์เอพิเดอร์มิสบางเซลล์ เซลล์ขนรากจะมีอยู่เฉพาะบริเวณนี้เท่านั้น เซลล์ขนรากมีอายุประมาณไม่เกิน 7-8 วัน แล้วจะเหี่ยวแห้งตายไป แต่รากขนในบริเวณเดิมจะมีเซลล์ใหม่สร้างเซลล์ขนรากขึ้นมาแทนที่ เนื้อเยื่อที่อยู่บริเวณนี้เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อเจริญไปเป็นเนื้อเยื่อถาวรชนิดต่าง ๆ ต่อไป

เซลล์บริเวณขนราก เป็นเซลล์ที่เริ่มแก่ตัวแล้วเจริญไปเป็นเนื้อเยื่อถาวรชนิดเนื้อเยื่อถาวรขั้นต้น (Primary permanent tissue) บริเวณขนรากประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชนิด คือ เอพิเดอร์มิส คอร์เทกซ์ (Cortex) และสตีล (Stele) ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

**โครงสร้างภายในของราก**

เนื้อเยื่อของรากพืชใบเลี้ยงคู่และใบเลี้ยงเดี่ยว เมื่อตัดตามขวางแล้วนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการเรียงตัวของเนื้อเยื่อเป็นชั้น ๆ เรียงจากด้านบนเข้าสู่ด้านใน ดังนี้

1. **เอพิเดอร์มิส (Epidermis)** เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ชั้นนอกสุดมีการเรียงตัวของเซลล์เพียงชั้นเดียว แต่เรียงชิดกัน เซลล์มีผนังบางไม่มีคลอโรพลาสต์ มีเวกิวโอลขนาดใหญ่ บางเซลล์เปลี่ยนไปเป็นเซลล์ขนราก



ภาพที่ 2-2 แสดงรากตัดตามขวางแสดงการเจริญเติบโตขั้นแรก

(ที่มา:สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548 หน้า 10)

- ก. รากพืชใบเลี้ยงคู่ (ถั่วเขียว)
- ข. รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข้าวโพด)
- ค. รากพืชใบเลี้ยงคู่ขยาย (ถั่วเขียว)
- ง. รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวขยาย (ข้าวโพด)

เอพิเดอร์มิส มีหน้าที่ป้องกันอันตรายให้แก่เนื้อเยื่อที่อยู่ภายในขนรากของเอพิเดอร์มิส ช่วยดูดน้ำและแร่ธาตุ และป้องกันไม่ให้น้ำเข้ารากมากเกินไป

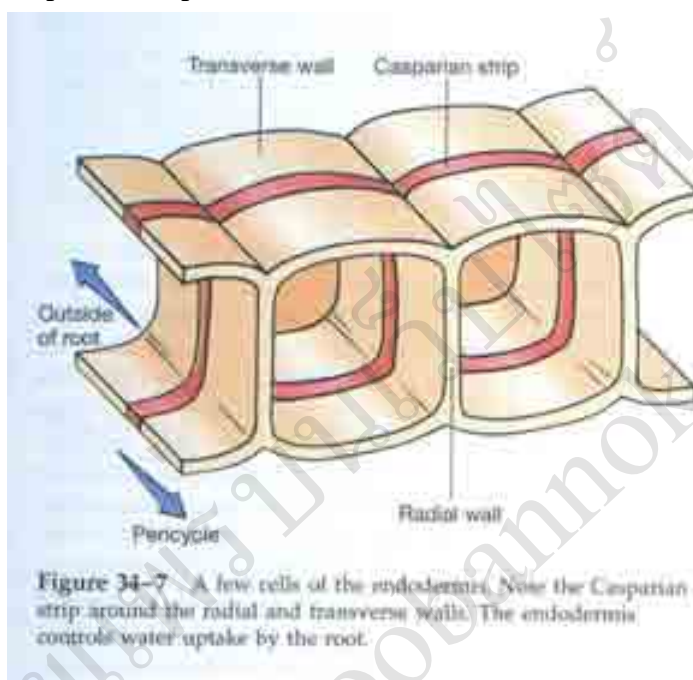


ภาพที่ 2-3 ขนรากเป็นเซลล์ๆเดียวกับเอพิเดอร์มิส แต่ยื่นยาวออกไปเป็นขน

(ที่มา: [http://plantphy.info/Plant\\_Biology/root.html](http://plantphy.info/Plant_Biology/root.html))

2. **คอร์เทกซ์ (Cortex)** อยู่ระหว่างชั้นเอพิเดอร์มิส และสตีล เนื้อเยื่อส่วนนี้ประกอบด้วยเซลล์พารังคิมาเป็นส่วนใหญ่ เซลล์เหล่านี้มีผนังบางอ่อนนุ่ม อดน้ำได้ดี เซลล์พารังคิมาทำหน้าที่สะสมน้ำและอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ คือ เอนโดเดอร์มิส

3. **เอนโดเดอร์มิส (Endodermis)** เป็นเซลล์แถวเดียวกันเหมือนกับเอพิเดอร์มิส เอนโดเดอร์มิสจะเห็นได้ชัดเจนในรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เซลล์ชั้นนี้มีอายุมากขึ้นจะมีสารซูเบอริน (Suberin) หรือลิกนิน (Lignin) มาเคลือบทำให้ผนังหนาขึ้น ทำให้เป็นแถบหรือปลอกอยู่รอบเซลล์ แถบหนาดังกล่าวเรียกว่า **แคสพาเรียนสตริป (Casparian strip)**



ภาพที่ 2-4 แคสพาเรียนสตริป (Casparian strip) ที่เซลล์ของเอนโดเดอร์มิส (Cocks,M.,No Date)

(ที่มา:<http://www.bcb.uwc.ac.za/ecotree/root/rootA.htm>)

สำหรับแคสพาเรียนสตริปนี้ น้ำและอาหารไม่สามารถผ่านเข้าออกได้โดยสะดวก ช่วงนี้จะอยู่ในบริเวณที่มีขนราก บางทฤษฎีอธิบายว่าการลำเลียงน้ำและแร่ธาตุสามารถผ่านเซลล์บางเซลล์ที่อยู่ในชั้นเอนโดเดอร์มิสได้ เซลล์เหล่านี้มีผนังบาง เรียกว่า พาสเซจเซลล์ (Passage cell) และพาสเซจเซลล์นี้จะอยู่ตรงกับแนวของท่อไซเลม

4. **สตีล (Stele)** เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากชั้นเอนโดเดอร์มิสเข้าไป สตีลในรากจะแคบกว่าคอร์เทกซ์ สตีลประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ คือ



ก. **เพริไซเคิล (Pericycle)** ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาเป็นส่วนใหญ่ เซลล์เรียงตัวแถวเดียว แต่อาจมีมากกว่าแถวเดียวก็ได้ ชั้นนี้อยู่ด้านนอกสุดของสตีล เพริไซเคิลพบเฉพาะในรากเท่านั้น และเห็นชัดเจนในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เพริไซเคิลเป็นส่วนที่ทำให้กำเนิดรากแขนง (Secondary root) ที่แตกออกทางด้านข้าง (Lateral root)

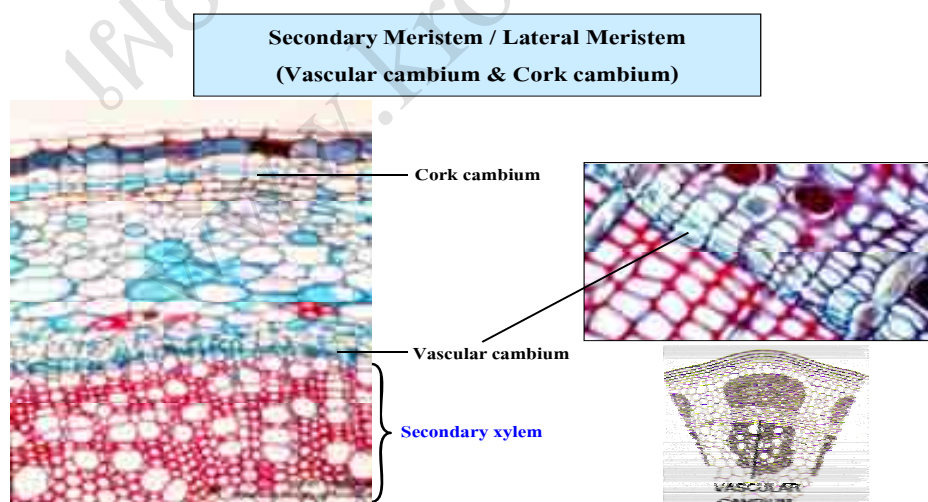
#### ข. มัดท่อลำเลียงหรือวาสคิวลาร์บันเดิล (Vascular bundle)

ประกอบด้วยไซเลมและโฟลเอ็ม ในรากพืชใบเลี้ยงคู่จะเห็นการเรียงตัวของไซเลมที่อยู่ใจกลางรากเรียงเป็นแฉก (Arch) ชัดเจนและมีโฟลเอ็มอยู่ระหว่างแฉกนั้น แฉกที่เห็นมีจำนวน 1-6 แฉก แต่โดยทั่วไปพบเพียง 4 แฉก สำหรับรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวไซเลมมิได้เข้าไปอยู่ใจกลางราก แต่ไซเลมยังเรียงตัวเป็นแฉกและมีโฟลเอ็มแทรกอยู่ระหว่างแฉกเช่นเดียวกัน จำนวนแฉกของไซเลมในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีมากกว่าในรากพืชใบเลี้ยงคู่ และไซเลมเรียงกันเป็นวงล้อมรอบใจกลางรากที่เรียกว่า พิช (Pith)

รากพืชใบเลี้ยงคู่ยังมีวาสคิวลาร์แคมเบียม (Vascular cambium) หรือแคมเบียม (Cambium) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญเกิดขึ้นระหว่างโฟลเอ็มชั้นแรก และไซเลมชั้นแรก รายละเอียดของเนื้อเยื่อลำเลียงกล่าวไว้แล้วในหัวข้อเนื้อเยื่อการเจริญ

วาสคิวลาร์แคมเบียม ทำให้เกิดการเจริญเติบโตขึ้นที่สอง (Secondary growth) โดยแบ่งตัวให้ไซเลมชั้นที่สอง (Secondary xylem) อยู่ทางด้านในและโฟลเอ็มชั้นที่สอง (Secondary phloem) อยู่ทางด้านนอกเมื่อมีการเจริญเติบโตขึ้นที่สองเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้โฟลเอ็มชั้นแรกคอร์เทกซ์และเอพิเดอร์มิสถูกดันออกไปและหลุดร่วงไป

ค. **พิช (Pith)** เป็นส่วนใจกลางของราก หรืออาจเรียกว่าไส้ในของราก ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะเห็นส่วนนี้ได้อย่างชัดเจน ส่วนในรากพืชใบเลี้ยงคู่ ใจกลางของรากจะเป็นไซเลม



7

ภาพที่ 2-5 Vascular cambium และ Cork cambium

(ที่มา: Bio II Lab : Plant Tissue คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี)

ผู้จัดทำ : อรัญญา พิมพ์มงคล ช่อทิพย์ กัณทโชติ และวาทีณี พลสาร

รากพืชสามารถเจริญออกทางด้านข้างได้โดยอาศัยวาสคิวลาร์แคมเบียม ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญ เมื่อเกิดการเจริญเติบโตขึ้นที่สอง วาสคิวลาร์แคมเบียมจะแบ่งตัวให้ไซเลมชั้นที่สองอยู่ด้านใน และโฟลเอ็มชั้นที่สองอยู่ด้านนอก จึงทำให้รากมีขนาดใหญ่ขึ้น

## 1.2 หน้าที่และชนิดของราก

หน้าที่ของราก โดยทั่วไปแล้วหน้าที่สำคัญของราก คือ การดูดซึมน้ำและแร่ธาตุ ส่งไปยังส่วนต่างๆ ของพืช นอกจากนั้นยังทำหน้าที่พยุงและลำเลียงลำต้น

ชนิดของราก รากแบ่งได้เป็น 3 ชนิด ตามจุดกำเนิดของรากคือ

1. รากแก้ว (Primary root หรือ Tap root) เป็นรากที่เจริญมาจากแรดิเคิล (Radicle) ของเอ็มบริโอ
2. รากแขนง (Secondary root หรือ Lateral root) เป็นรากที่เจริญมาจากเพริไซเคิลของรากแก้ว
3. รากพิเศษ (Adventitious root) เป็นรากที่งอกจากส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ลำต้นหรือใบ อาจจำแนกตามรูปร่างและหน้าที่ได้เป็น

3.1 รากฝอย (Fibrous root) เป็นรากที่งอกออกจากโคนลำต้น เพื่อมาแทนรากแก้วที่ฝ่อไป พบมากในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเช่น รากข้าว ข้าวโพด หญ้า หนาม มะพร้าว เป็นต้น

3.2 รากค้ำจุน (Prop root หรือ Buttress root) เป็นรากที่งอกจากโคนต้นหรือกิ่งบนดินแล้วหยั่งลงดินเพื่อพยุงลำต้น เช่น รากข้าวโพดที่งอกออกจากโคนต้น รากเตย ลำเจียก ไทรย้อย โกงกาง เป็นต้น

3.3 รากเกาะ (Climbing root) เป็นรากที่แตกออกจากข้อลำต้น มาเกาะตามหลักเพื่อชูลำต้น ขึ้นสูง เช่น รากพลู พลูด่าง พริกไทย กล้วยไม้

3.4 รากหายใจ (Pneumatophore หรือ Aerial root) เป็นรากที่ยื่นขึ้นมาจากดิน หรือน้ำเพื่อรับออกซิเจน เช่น รากลำพู แสม โกงกาง และส่วนที่เป็นนวมคล้ายฟองน้ำของผักกะเฉดก็เป็นรากหายใจที่เก็บอากาศและเป็นท่อนลอยน้ำด้วย

3.5 รากกาฝากหรือรากปรสิต (Parasitic root) เป็นรากของพืชพวกปรสิตที่สร้าง (Haustoria) แทะเข้าไปในลำต้นของพืชที่เป็นโฮสต์ เพื่อแย่งน้ำและอาหารจากโฮสต์ เช่น รากกาฝาก ฝอยทอง

3.6 รากสังเคราะห์แสง (Photosynthetic root) เป็นรากที่แตกจากข้อของลำต้นหรือกิ่ง และอยู่ในอากาศ จะมีสีเขียวของคลอโรฟิลล์จึงช่วยสังเคราะห์ด้วยแสงได้ เช่น รากกล้วยไม้ นอกจากนี้รากกล้วยไม้ยังมีนวม (Velamen) หุ้มรากไว้เพื่อดูดความชื้นและเก็บน้ำ

3.7 รากสะสมอาหาร (Food storage root) เป็นรากที่สะสมอาหารพวกแป้ง โปรตีน หรือน้ำตาลไว้ จนรากเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นหัวอาจมีรูปร่างคล้ายรูปกรวย รูปทรงหัวท้ายแหลมตรงกลมป่อง หรือเป็นรูปกระสวยก็ได้ อย่างเช่น หัวแครอท หัวผักกาดหรือหัวไชเท้า หัวผักกาด แดงหรือเรดิช (Radish) หัวบีท (Beet root) เป็นรากสะสมอาหารที่เปลี่ยนแปลงมาจากรากแก้ว

รากมันแกว รากมันเทศ รากรักเร่ รากกระชาย เป็นรากสะสมอาหารที่เปลี่ยนแปลงมาจากฝอย



ก.



ข.



ค.



ง.



จ.



ฉ.

ภาพที่ 2-6 รากพิเศษที่ทำหน้าที่ต่างๆ

## ใบงานที่ 1

### กิจกรรมที่ 1 การเจริญเติบโตของรากและโครงสร้างปลายราก

#### วัสดุอุปกรณ์

1. เมล็ดถั่วเขียว และข้าวโพด ชนิดละ 20 เมล็ด ( อาจจะใช้ถั่วเหลืองแทนถั่วเขียว หรือใช้ข้าวเปลือกแทนข้าวโพดก็ได้ )
2. กล่องพลาสติกใสรูปสี่เหลี่ยมที่มีความยาวของกล่องประมาณ 20 cm จำนวน 4 กล่อง
3. บีกเกอร์ขนาด 50 cm<sup>3</sup> หรือขวดแก้วปากกว้างขนาดเล็ก
4. กระดาษเยื่อ
5. กรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 10 %
6. สีชาฟรานีน หรือสีผสมอาหารสีแดง ความเข้มข้น 1 %
7. พู่กัน เข็มเย็บ งานเพาะเชื้อ และหลอดหยด
8. สไลด์ และกระจกปิดสไลด์
9. แว่นขยาย และกล้องจุลทรรศน์

#### วิธีการทดลอง

##### ตอนที่ 1

1. นำเมล็ดถั่วเขียว และเมล็ดข้าวโพด แช่น้ำแล้วประมาณ 6-12 ชั่วโมงจนอัมตัวเห็นเปลือกเริ่มปริ นำเมล็ดแต่ละชนิดมาแบ่งเป็น 2 ส่วน เพาะในกล่องพลาสติก บนกระดาษเยื่อที่ขึ้น ดังภาพ รดน้ำสะอาดจนกระดาษชุ่ม วางเมล็ดให้กระจายบนกระดาษเยื่อ ปิดฝากล่องให้สนิท เขียนหมายเลข 1 และ 2 สำหรับเมล็ดข้าวโพด ส่วนหมายเลข 3 และ 4 สำหรับเมล็ดถั่วเขียว
2. ใช้แว่นขยายสังเกตการณ์งอกจากเมล็ดทั้ง 4 กล่อง ว่าส่วนใดงอกออกมาก่อน และงอกจากตำแหน่งใดของเมล็ด
3. สังเกตและวัดการเปลี่ยนแปลงความยาวของรากในกล่องที่ 1 และ 3 ทุกๆ วัน เป็นเวลา 3 วัน วาดภาพ บันทึกผลและหาค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงความยาวของรากในแต่ละวัน แล้วนำเมล็ดไปวางไว้ในกล่องตามเดิม ( ระหว่างการวัดความยาวของรากต้องระมัดระวังไม่ให้ปลายรากแห้ง และต้องให้ชุ่มน้ำอยู่เสมอเมื่อเสร็จสิ้นการวัดต้องพ่นน้ำให้ชุ่ม ปิดฝากล่องดังเดิม )
4. สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงความยาวของรากและจำนวนรากสาขาที่เกิดขึ้นในกล่องหมายเลข 1 และ หมายเลข 3 ทุกวัน ต่อไปอีก 3 วัน

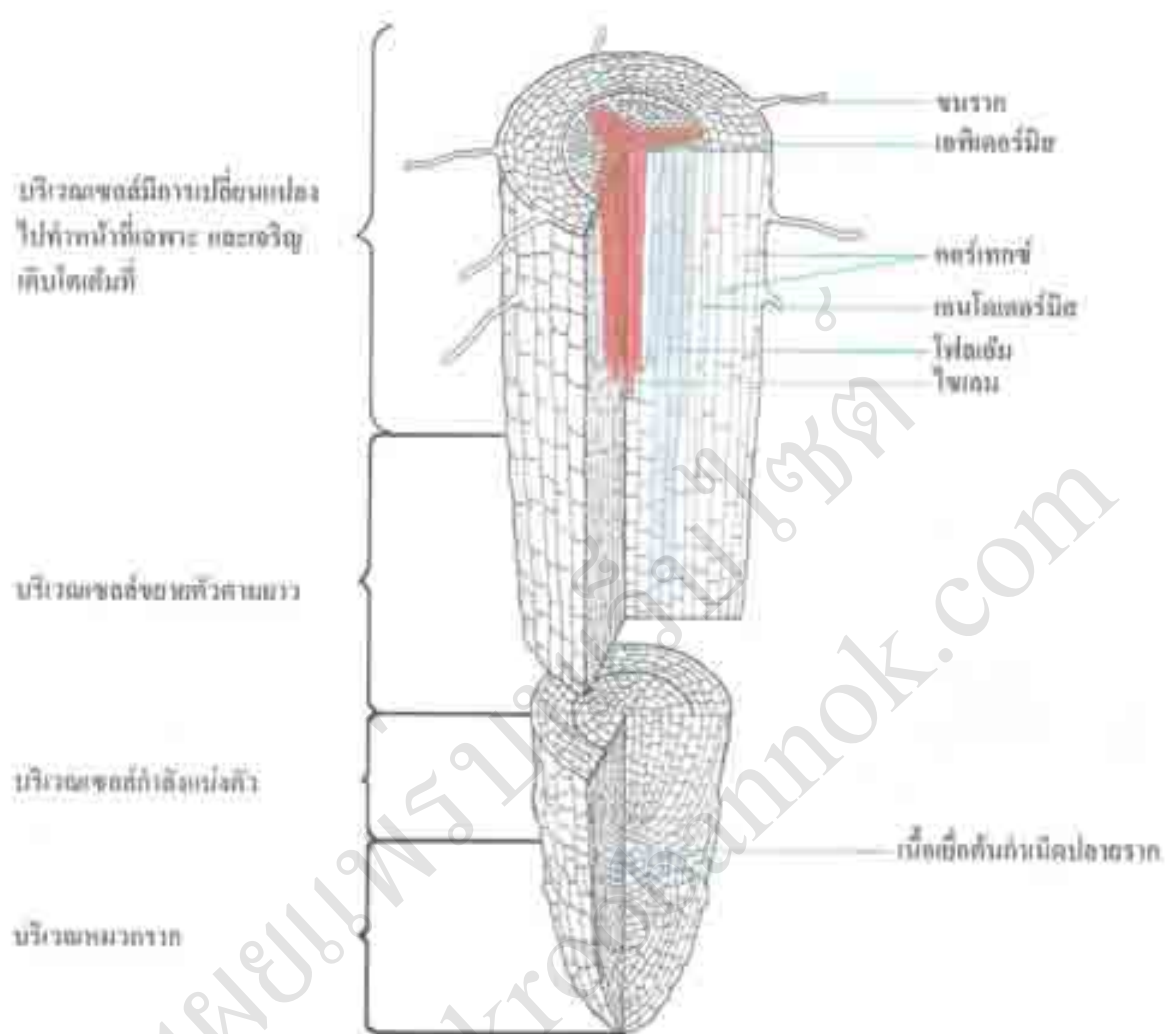


- ส่วนใดของเมล็ดที่งอกออกมาก่อน และงอกมาจากตำแหน่งใดของเมล็ดและตำแหน่งที่งอกของเมล็ดถั่วเขียว และเมล็ดข้าวโพด เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

## ตอนที่ 2

1. เลือกปลายรากข้าวโพด และรากถั่วเขียวที่เพาะมาแล้ว 3 วัน จากกล่องหมายเลข 2 และหมายเลข 4 ตัดส่วนปลายสุดของรากเพียงรากละ 1 ท่อน ให้ยาวประมาณ 3 - 5 mm ให้ได้จำนวน 5 - 6 ท่อน ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 cm<sup>3</sup> หรือขวดแก้วปากกว้างขนาดเล็กที่เตรียมไว้หยดกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 10% พอท่วมราก ทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง หรือมากกว่า
  2. ล้างกรดออกจากเนื้อเยื่อปลายรากโดยใช้หลอดหยดดูดกรดออกจนหมด แล้วเติมน้ำลงไปให้ท่วมราก แช่ทิ้งไว้ 5 นาที แล้วดูดน้ำออก เติมน้ำใหม่แล้วดูดออกทำเช่นนี้ประมาณ 3 ครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าล้างกรดออกได้หมด แล้วหยดสียาฟราเนียนหรือสียผสมอาหารสีแดงลงไปประมาณ 3 หยด หรือพอท่วมราก ทิ้งไว้ 5 นาที ล้างสีส่วนเกินออก โดยการดูดน้ำสีออกแล้วเติมน้ำเพื่อล้างสีแล้วดูดน้ำออกทำเช่นนี้ประมาณ 2 ครั้ง ทำนองเดียวกับการล้างกรด
  3. ใช้ฟู่กันเขี่ยท่อนรากที่ย้อมสีแล้ว 1 ท่อน วางบนสไลด์ที่หยดน้ำแล้ว 1 หยด
  4. นำกระจกปิดสไลด์วางทับแล้วกดเบาๆ ด้วยนิ้วหรือด้วยยางลบกันดินสอจนเนื้อเยื่อแบน นำไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่างๆ วาดภาพ และบันทึกผลเปรียบเทียบกับภาพที่ 12-2
- กลุ่มเซลล์บริเวณปลายราก แต่ละบริเวณมีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
- นักเรียนจะสรุปผลการศึกษาค้างครั้งนี้ว่าอย่างไร

# ตัวอย่างบันทึกผล



รูป ปลายรากตัดตามยาว

## ใบงานที่ 2

คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- 1.รากของพืชมีหน้าที่สำคัญ .....
- 2.รากของพืชชนิดใดทำหน้าที่สะสมอาหาร .....
- 3.เนื้อเยื่อชนิดใดที่พบในรากพืช .....
- 4.รากมีหน้าที่พิเศษอย่างไรบ้าง? .....
- 5.รากชนิดใดที่เกิดมาจาก radicle .....
- 6.รากมันสำปะหลังเป็นรากประเภทใด .....
- 7.รากพืชชนิดใดที่ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสง? .....
- 8.ต้นไม้ตามป่าชายเลนมีรากท่อนลอยเพื่ออะไร .....
- 9.ทำไมมันแกว มันสำปะหลังจึงมีรากขนาดใหญ่ .....
- 10.รากพืชชนิดใดที่ทำอันตรายแก่พืชที่ไปเกาะ .....





## ใบงานที่ 3

### กิจกรรมที่ 2 โครงสร้างภายในของราก

#### วัสดุอุปกรณ์

1. เมล็ดพืชใบเลี้ยงคู่ชนิดต่างๆ เช่น ถั่ว จามจุรี หรือหมอน้อย ( หนุ่ยละออง ) และเมล็ดพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น ข้าวโพด ข้าว หรือพุทธรักษา
2. ใบมีดโกน
3. สีชาฟรานิน หรือสีผสมอาหารสีแดง ความเข้มข้น 1 %
4. พู่กัน เข็มเย็บ งานเพาะเชื้อ และหลอดหยด
5. สไลด์ และกระจกปิดสไลด์
6. กล้องจุลทรรศน์

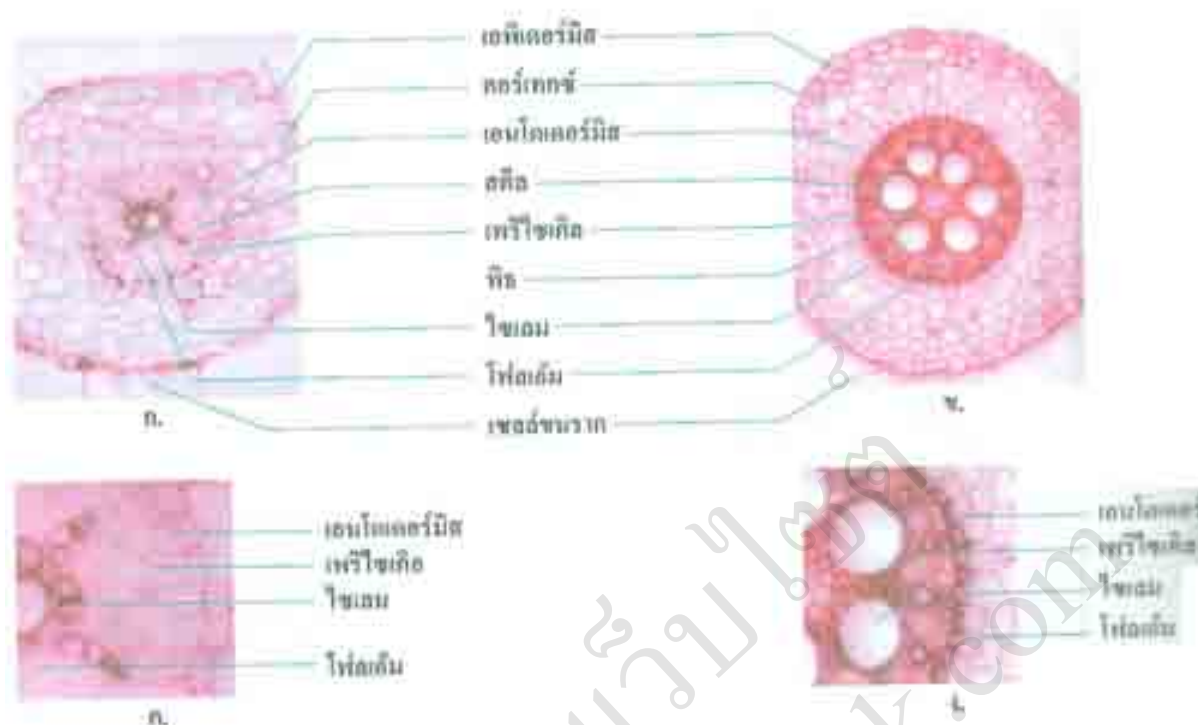
#### วิธีการทดลอง

1. นำเมล็ดพืชใบเลี้ยงคู่ และเมล็ดพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมาเพาะในกระบะเพาะชำไว้จนประมาณ 2 สัปดาห์
2. ขุดต้นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวขึ้นมาจากกระบะเพาะชำไม่ให้รากขาด ตัดรากพืชที่สมบูรณ์มาแช่น้ำประมาณอย่างละ 2-3 ราก
3. ใช้ใบมีดโกนที่คมตัดแบ่งรากบริเวณก่อนไปทางปลายรากให้เป็นท่อนสั้นๆ ประมาณ 3 cm นำไปตัดตามขวางให้ได้แผ่นบาง โดยจับท่อนรากด้วยนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ให้หน้าตัดที่ต้องการตัดอยู่ในแนวระนาบและสูงกว่านิ้วมือเล็กน้อย จับใบมีดโกนที่จุ่มน้ำให้เปียกด้วยนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ของมืออีกข้างหนึ่งให้คมมีดอยู่ในแนวระนาบเสมอ จรดใบมีดกับหน้าตัดท่อนราก ดึงใบมีดเข้าหาตัว พยายามดึงใบมีดด้วยนิ้วทั้งสองเข้าหาตัวครั้งเดียวเพื่อให้ได้ส่วนของพืชเป็นแผ่นบาง 1 แผ่น ตัดให้ได้หลายๆ แผ่น ห้ามดึงใบมีดหลายๆ ครั้งแบบเลื่อยไม้ ใช้พู่กันแตะชิ้นส่วนของรากที่เลื่อนออกมาแล้วแช่ในน้ำสีที่ใส่ในจานเพาะเชื้อ หรือภาชนะอื่นแยกเป็นจานละชนิด
4. ใช้พู่กันเลือกชิ้นส่วนที่บางและสมบูรณ์ซึ่งย้อมสีแล้วจำนวน 3-4 แผ่น วางลงบนหยดนํ้าบนสไลด์แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ ระวังอย่าให้มีฟองอากาศอยู่ภายใน เช็ดน้ำที่ล้นตรงขอบกระจกปิดสไลด์ อย่าให้ด้านบนกระจกปิดสไลด์เปียกน้ำ





## ตัวอย่างการบันทึก



รูปแสดงรากตัดตามขวางแสดงการเจริญเติบโตขั้นแรก

ก. รากพืชใบเลี้ยงคู่ (ถั่วเขียว)

ค. รากพืชใบเลี้ยงคู่ขยาย (ถั่วเขียว)

ข. รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข้าวโพด)

ง. รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวขยาย (ข้าวโพด)

เนื้อเยื่อกลุ่มที่ย้อมติดสีแดงเพราะเป็นเนื้อเยื่อที่มีผนังเซลล์ทุติยภูมิ (Secondary wall) โดยเฉพาะไซเลม

## เฉลยใบงานที่ 1

**1. ส่วนใดของเมล็ดที่งอกออกมาก่อน และงอกมาจากตำแหน่งใดของเมล็ดและตำแหน่งที่งอกของเมล็ดถั่วเขียว และเมล็ดข้าวโพด เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร**

-ส่วนที่งอกออกมาก่อน คือ ส่วนที่เจริญ ไปเป็นรากและงอกออกมาจากรูเล็กที่อยู่ใต้รอยแผลเป็นซึ่งเกิดจากก้านของออวูลหลุดออกไป เช่นเดียวกันทั้งสองเมล็ดถั่วเขียวและเมล็ดข้าวโพด

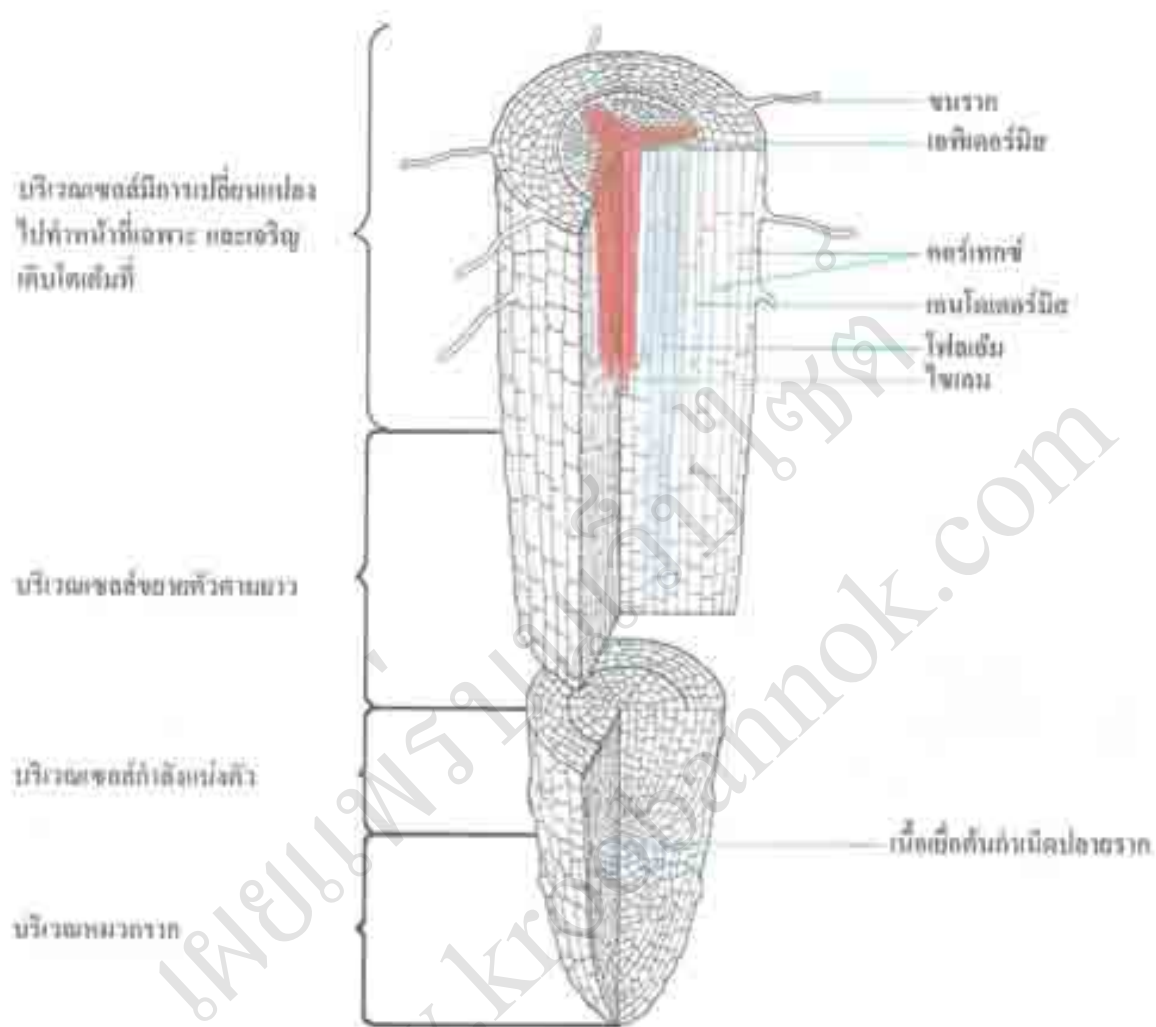
**2. กลุ่มเซลล์บริเวณปลายราก แต่ละบริเวณมีลักษณะเหมือนหรือต่างกันอย่างไร**

-เมื่อศึกษาเนื้อเยื่อจากบริเวณปลายรากสุด เซลล์มีลักษณะค่อนข้างกลม ขนาดเซลล์ใหญ่กว่าเซลล์ที่อยู่ถัดขึ้นไป เซลล์บริเวณนี้เป็นส่วนหมวกราก ส่วนเซลล์ที่อยู่ถัดจากเซลล์หมวกรากขึ้นมา เซลล์จะมีขนาดเล็กใกล้เคียงกัน บริเวณนี้มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส อาจเห็นลักษณะโครโมโซมใน นิวเคลียสเปลี่ยนแปลงไปบางเซลล์ ส่วนเซลล์ถัดขึ้นมาจากบริเวณที่มีการแบ่งเซลล์จะมีขนาดใหญ่และยาวกว่าเห็นได้ชัดเจนจึงเป็นบริเวณที่เซลล์จะยืดตัวยาว และอาจพบเซลล์ที่เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะ เช่น มีขนราก ทำหน้าที่ดูดน้ำ ธาตุอาหารไปสู่ลำต้นจึงเป็นบริเวณที่เซลล์เติบโตเต็มที่

**3. นักเรียนจะสรุปผลการศึกษารังนี้ว่าอย่างไร**

-การที่รากมีการเจริญเติบโตยืดยาวออกไปได้ เนื่องจากเซลล์ที่อยู่ถัดจากหมวกรากขึ้นมาแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเพิ่มจำนวนเซลล์ เซลล์ที่ได้รับจากการแบ่งเซลล์มีการเจริญเติบโตและเพิ่มขนาดและมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปทำหน้าที่ต่างๆ เช่น เซลล์ชั้นนอกสุดจะมีขนรากยื่นยาวออกไป เซลล์ที่อยู่ถัดเข้ามาข้างในจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเยื่อชั้นคอร์เท็กซ์ มัดท่อลำเลียง ซึ่งทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและสารอาหาร นอกจากนี้ยังพบมีรากแขนงแตกออกมาจากรากเดิมในรากพืชใบเลี้ยงคู่ ส่วนในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวระยะนี้ยังไม่รากใหม่แตกเพิ่มขึ้นจากราก เพราะฉะนั้น บริเวณปลายรากพืชที่ศึกษาจะแบ่งออกเป็น 4 บริเวณ โดยนับจากปลายรากขึ้นไป คือ หมวกราก บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว บริเวณเซลล์ยืดตัวตามยาว และบริเวณเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะและเจริญเติบโตเต็มที่

# บันทึกผล



## เฉลยใบงานที่ 2

คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- 1.รากของพืชมีหน้าที่สำคัญ คือ ยึดลำต้นให้ติดอยู่กับพื้นดิน ทำหน้าที่ดูดซึมน้ำและแร่ธาตุจากดินแลลำเลียงน้ำและแร่ธาตุต่าง ๆ ส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของลำต้น
- 2.รากของพืชชนิดที่ทำหน้าที่สะสมอาหาร คำตอบคือ หัวไชเท้า แครอท มันเทศ มันแกว ด้อยดิ่ง กระชาย ถั่วพู
- 3.เนื้อเยื่อชนิดใดที่พบในรากพืช คำตอบคือ cortex
- 4.รากมีหน้าที่พิเศษอย่างไรบ้าง? คำตอบคือ สะสมอาหาร สังเคราะห์แสง ลำต้น ยึดเกาะ และ หายใจ
- 5.รากชนิดใดที่เกิดมาจาก radicle คำตอบคือ adventitious root
- 6.รากมันสำปะหลังเป็นรากประเภทใด คำตอบคือ รากฝอย
- 7.รากพืชชนิดใดที่ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสง? คำตอบคือ กัลวี่ไม้
- 8.ต้นไม้ตามป่าชายเลนมีรากท่อนลอยเพื่ออะไร คำตอบคือ ทำให้อากาศผ่านเข้าสู่เซลล์ชั้นในของรากได้ง่าย
- 9.ทำไมมันแกว มันสำปะหลังจึงมีรากขนาดใหญ่ คำตอบคือ เพราะทำหน้าที่สะสมอาหาร
- 10.รากพืชชนิดใดที่ทำอันตรายแก่พืชที่ไปเกาะ คำตอบคือ ฝอยทอง กาฝาก

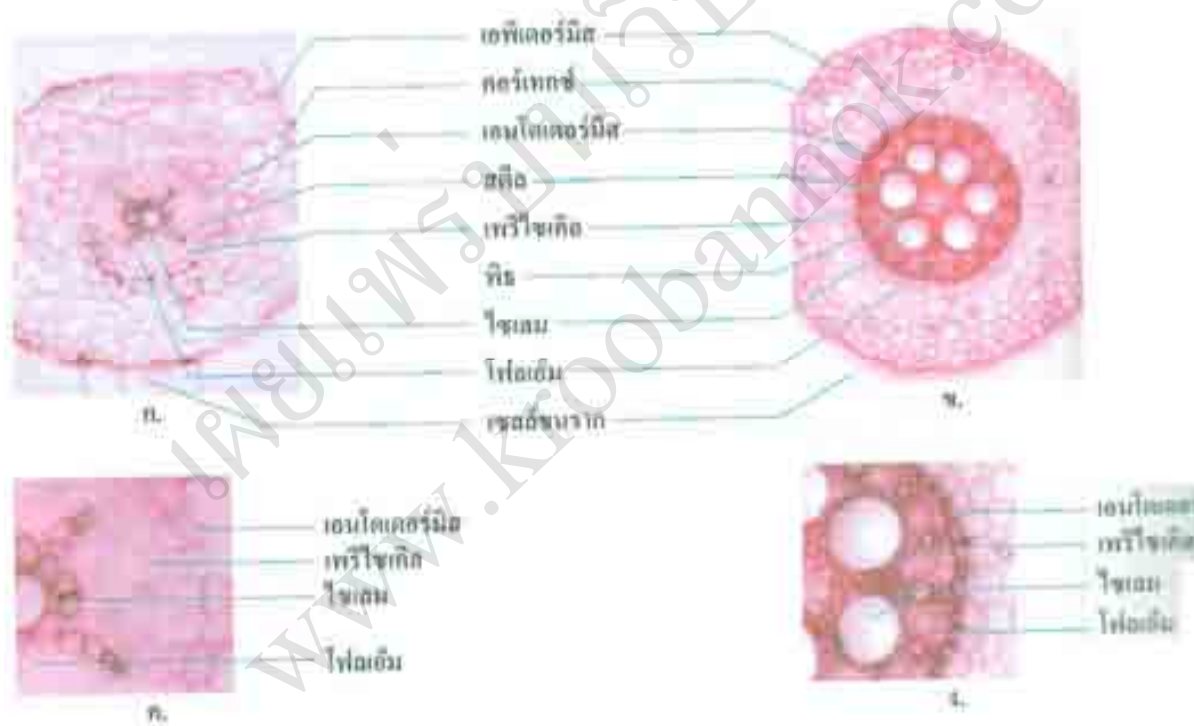


### เฉลยใบงานที่ 3

1. เนื้อเยื่อชั้นต่างๆ ที่พบในรากพืชใบเลี้ยงคู่ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวแตกต่างกันอย่างไร

| รากพืชใบเลี้ยงคู่                                                                                                                                                                                                                                                              | รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ท่อลำเลียงน้ำกลุ่มเซลล์จะเรียกเป็นแฉกมี 4-5 แฉก และมีกลุ่มเซลล์ท่อลำเลียงอาหารแทรกอยู่ระหว่างแฉก 4-5 กลุ่ม</li> <li>2. มีวาสคิวลาร์แคมเบียม</li> <li>3. ชั้นเอนโดเธอร์มิสเห็นไม่ชัดเจน</li> <li>4. ตรงกลางรากมักเป็นไซเลม</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ท่อลำเลียงน้ำมีจำนวนแฉกมากกว่า คือ ประมาณ 6 แฉก เรียงเป็นวงกลมมีกลุ่มเซลล์ท่อลำเลียงอาหารแทรกอยู่ระหว่างแฉก 6 กลุ่ม</li> <li>2. ไม่มีวาสคิวลาร์แคมเบียม</li> <li>3. ชั้นเอนโดเธอร์มิสเห็นชัดเจน</li> <li>4. ตรงกลางรากมักเป็นพืช</li> </ol> |

บันทึกผล



ก. รากพืชใบเลี้ยงคู่ (ถั่วเขียว)

ค. รากพืชใบเลี้ยงคู่ขยาย (ถั่วเขียว)

ข. รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข้าวโพด)

ง. รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวขยาย (ข้าวโพด)

เนื้อเยื่อกลุ่มที่ล้อมติดสีแดงเพราะเป็นเนื้อเยื่อที่มีผนังเซลล์ทุติยภูมิ (Secondary wall) โดยเฉพาะไซเลม

เฉลยแบบทดสอบก่อน – หลังการใช้เอกสารประกอบการสอน  
ชุดที่ 2 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก

1. ก

2. ค

3. ง

4. ง

5. ข

6. ค

7. ก

8. ง

9. ข

10. ข



### บรรณานุกรม

.....  
 เทียมใจ คมกฤต. และคณะ. ปฏิบัติการพฤกษศาสตร์ทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย  
 เกษตรศาสตร์, 2538.

เทียมใจ คมกฤต. และคณะ. ปฏิบัติการพฤกษศาสตร์ทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย  
 เกษตรศาสตร์, 2542.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. กระทรวงศึกษาธิการ. หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา  
 เล่มที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พิมพ์ครั้งที่ 3. : องค์การค้ำของ สกสศ., 2548

Campbell, N.A. and Reece, J.B. Biology. 6<sup>th</sup> ed. Benjamin Cummings Publishing Company, Inc.  
 California, 2002.

<http://www.google.co.th/>

[http://www.google.co.th/search?202.143.161.126/hyr/eoffice/plant\\_tissue.ppt](http://www.google.co.th/search?202.143.161.126/hyr/eoffice/plant_tissue.ppt)