

คำชี้แจงเกี่ยวกับชุดการสอนที่ 1  
เรื่อง เนื้อเยื่อของพืชดอก  
หน่วยการเรียนรู้ โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

1. เอกสารฉบับนี้ เป็นเอกสารการสอนชุดที่ 1 เรื่อง เนื้อเยื่อของพืชดอก รายวิชาชีววิทยา3 รหัสวิชา ว 32243 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก
2. เอกสารฉบับนี้ประกอบด้วย
  - 2.1 คำชี้แจงสำหรับครูในการใช้แบบฝึกทักษะ
  - 2.2 คำแนะนำสำหรับนักเรียน
  - 2.3 สารสำคัญ ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้
  - 2.4 การจัดชั้นเรียน
  - 2.5 แผนภูมิขั้นตอนการเรียนรู้
  - 2.6 บัตรคำสั่ง
  - 2.7 แบบทดสอบก่อนเรียน
  - 2.8 กระดาษคำตอบและแบบบันทึกคะแนนทดสอบก่อนเรียน
  - 2.9 เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
  - 2.10 บัตรเนื้อหาที่ 1.1 เรื่อง เนื้อเยื่อของพืชดอก
  - 2.11 บัตรคำถามที่ 1.1 เรื่อง เนื้อเยื่อของพืชดอก
  - 2.12 เฉลยบัตรคำถามที่ 1.1 เรื่อง เนื้อเยื่อของพืชดอก
  - 2.13 แบบทดสอบหลังเรียน
  - 2.14 กระดาษคำตอบและแบบบันทึกคะแนนทดสอบหลังเรียน
  - 2.15 เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
  - 2.16 บรรณานุกรม

### บัตรเนื้อหาที่ 1.1 เรื่อง เนื้อเยื่อของพืชดอก

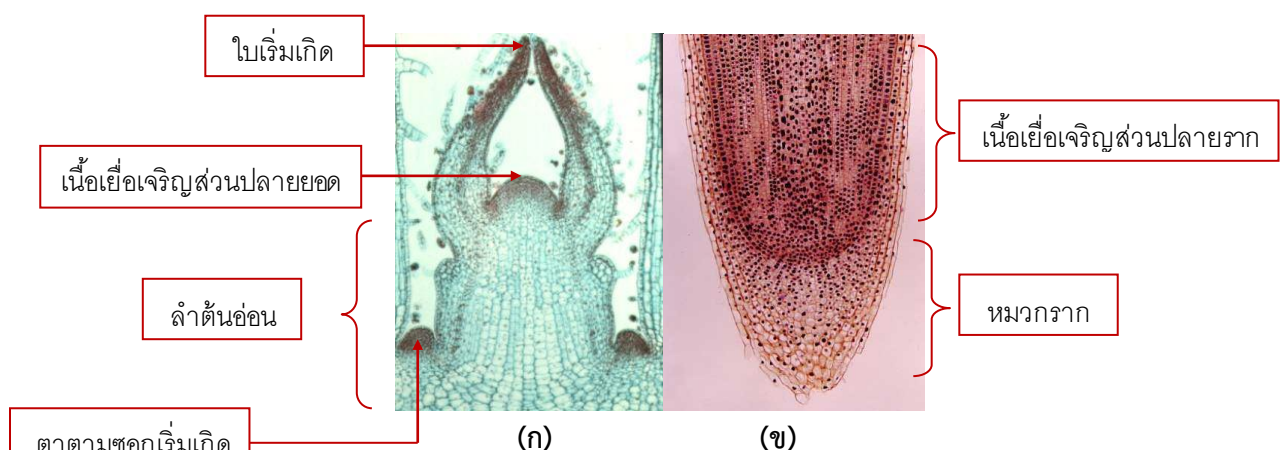
#### เนื้อเยื่อพืช (plant tissue)

เนื้อเยื่อพืช (plant tissue) ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ชนิดเดียวกันหรือหลายชนิดมาทำงานร่วมกันซึ่งเซลล์แต่ละชนิด จะมีลักษณะร่วมกันคือ การมีผนังเซลล์ (cell wall) ที่เป็นการล้อมรอบนอกและให้ความแข็งแรงต่อโครงสร้างเซลล์ของพืช ผนังเซลล์ที่เกิดก่อนจัดเป็นผนังเซลล์ปฐมภูมิ (primary cell wall หรือ primary wall) ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญเป็น เซลลูโลส (cellulose) ผนังเซลล์ปฐมภูมิของเซลล์ที่อยู่ติดกันจะถูกโยงยึดไว้ด้วยมิดเดิล ลามেলা (middle lamella) เป็นชั้นที่อยู่ตรงกลางระหว่างเซลล์ที่อยู่ติดกันมีเพกทิน (pectin) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ นอกจากนี้ เซลล์บางชนิดของพืชยังสะสมผนังเซลล์ทุติยภูมิ (secondary cell wall หรือ secondary wall) เพิ่ม โดยสะสมแบบแทรกอยู่ในผนังเซลล์ปฐมภูมิ รวมทั้งสะสมแบบซ้อนทับเป็นแนวอยู่ระหว่างผนังเซลล์ปฐมภูมิและเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งผนังเซลล์ทุติยภูมิคือ ลิกนิน (lignin) เป็นองค์ประกอบ

เนื้อเยื่อพืช แบ่งได้เป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อได้แก่ เนื้อเยื่อเจริญ (meristematic tissue) และเนื้อเยื่อถาวร (permanent tissue)

1. เนื้อเยื่อเจริญ ประกอบด้วยเซลล์เจริญ (meristematic cell) ซึ่งเป็นกลุ่มเซลล์ที่มีผนังเซลล์ปฐมภูมิมีลักษณะบางสม่ำเสมอ มีนิวเคลียสขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับขนาดของเซลล์ และสามารถแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ตลอดชีวิตของเซลล์ เนื้อเยื่อเจริญจำแนกตามตำแหน่งที่อยู่ส่วนต่างๆ ของพืชได้ 3 ชนิด ดังนี้

1.1 เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย (apical meristem) ถ้าอยู่บริเวณปลายรากเรียกว่า เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายราก (apical root meristem) เมื่อแบ่งเซลล์ทำให้รากยาวขึ้น และถ้าอยู่บริเวณปลายยอดเรียกว่า เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายยอด (apical shoot meristem) เมื่อแบ่งเซลล์จะทำให้ลำต้นยืดยาวออกไปเพื่อสร้างใบและกิ่ง เนื้อเยื่อชนิดนี้ทำให้พืชเกิดการเจริญเติบโตแบบปฐมภูมิ เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายยอดและปลายราก ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายยอด (ก) และปลายราก(ข)

ที่มา: <http://www.nana-bio.com/e-learning/Meristem.htm>, ม.ป.ป.:  
ออนไลน์.

1.2 เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ (intercalary meristem) อยู่ระหว่างข้อบริเวณเหนือข้อล่างหรือโคนของปล้องบน มีการแบ่งเซลล์ได้ยาวนานกว่าเนื้อเยื่อบริเวณอื่นในปล้องเดียวกันทำให้ปล้องยาวขึ้น พบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวทั่วไป เช่น หญ้า ข้าว ข้าวโพด อ้อย และไม้ 2 เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อของต้นไผ่ดังภาพที่ 1.2



ภาพที่แสดงข้อ (Nodes) และปล้อง (Internodes) ของต้นไผ่

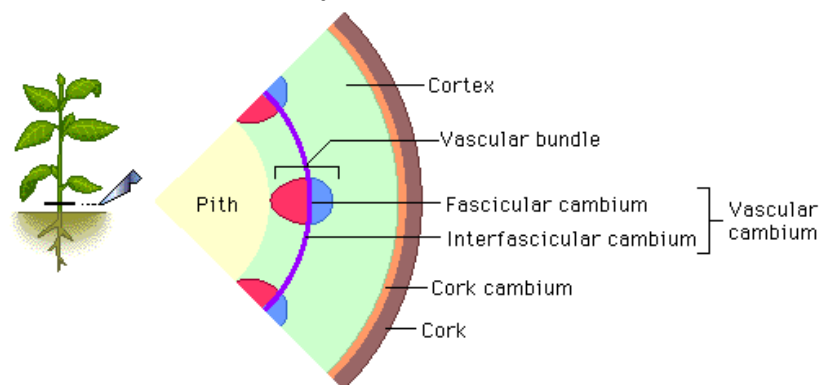
ที่มา : <http://gotoknow.org/file/aniwat9/pai6.jpg>

ที่มา

ภาพที่ 1.2 เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อของต้นไผ่

ที่มา: <http://www.student.chula.ac.th/~56370191/content1.html>, ม.ป.ป.: ออนไลน์.

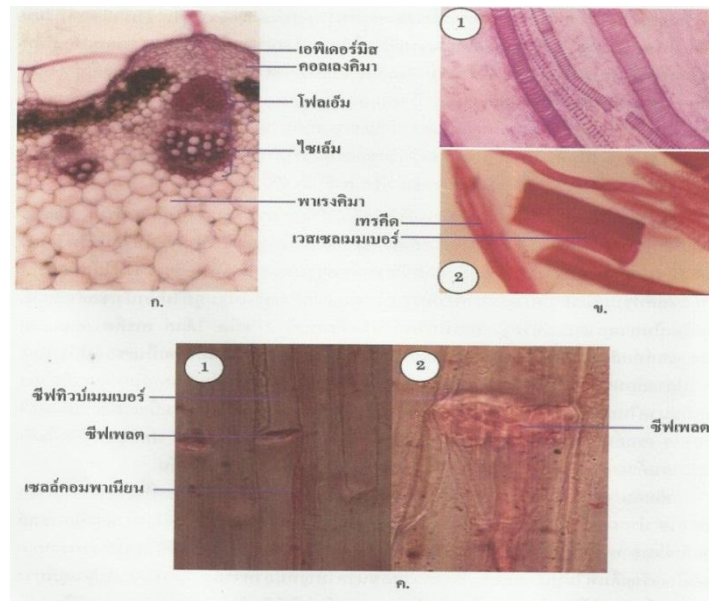
1.3 เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง (lateral meristem) อยู่ในแนวนานกับเส้นรอบวงมีการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนออกด้านข้างทำให้รากและลำต้นขยายขนาดใหญ่ขึ้น เนื้อเยื่อนี้เรียกอีกอย่างว่า แคมเบียม (cambium) ซึ่งสร้างการเจริญเติบโตแบบทุติยภูมิ ถ้าพบอยู่ระหว่างเนื้อเยื่อท่อลำเลียงน้ำและเนื้อเยื่อท่อลำเลียงอาหารเรียกว่า วาสคิวลาร์แคมเบียม (vascular cambium) เมื่อแบ่งเซลล์ทำให้เกิดเนื้อเยื่อท่อลำเลียง (vascular tissue) เพิ่มขึ้น และถ้าพบอยู่ในเนื้อเยื่อชั้นผิวหรือเอพิเดอร์มิส (epidermis) หรือพบอยู่ถัดเข้าไปจากเอพิเดอร์มิสเรียกว่า คอร์กแคมเบียม (cork cambium) ซึ่งเมื่อแบ่งเซลล์ทำให้เกิดเนื้อเยื่อคอร์ก (cork) พบในพืชใบเลี้ยงคู่ทั่วไปและพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด เช่น หมากผู้ หมากเมีย จันทน์ผา เนื้อเยื่อเจริญด้านข้างดังภาพที่ 1.3



ภาพที่ 1.3 เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง

ที่มา: [http://www.phschool.com/science/biology\\_place/biocoach/plants/lateral.html](http://www.phschool.com/science/biology_place/biocoach/plants/lateral.html),  
ม.ป.ป.:ออนไลน์.

2. เนื้อเยื่อถาวร เป็นเนื้อเยื่อที่เปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญ เนื้อเยื่อถาวรประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีรูปร่าง ขนาด และหน้าที่แตกต่างกัน เนื้อเยื่อถาวรบางชนิดอาจประกอบขึ้นจากกลุ่มเซลล์ชนิดเดียวกัน เช่น พarenchyma (parenchyma) คอลเลงคิมา (collenchima) ในขณะที่เนื้อเยื่อถาวรบางชนิดประกอบขึ้นจากเซลล์หลายชนิด เช่น เอพิเดอร์มิส และ เนื้อเยื่อท่อลำเลียง ดังภาพที่ 1.4



ภาพที่ 1.4 เนื้อเยื่อถาวร

- ก. เนื้อเยื่อถาวรชนิดต่างๆ จากต้นหมอน้อย ตัดตามขวาง  
 ข. เนื้อเยื่อถาวร 1. ไซเล็ม จากต้นผักกระสัง ตัดตามยาว  
 2. เทรคิต และเวสเซลเมมเบอร์ จากลำต้นองุ่น  
 ค. เนื้อเยื่อถาวร 1. โฟลเอ็ม จากลำต้นตำลึง ตัดตามยาว  
 2. ซิฟเฟลตในซิฟทิวบ์เมมเบอร์ จากต้นตำลึง

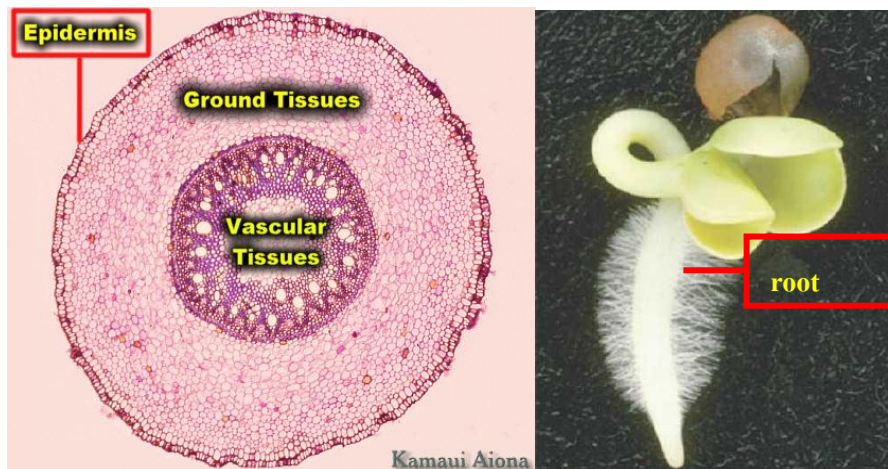
ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555 : 6

เนื้อเยื่อถาวรที่มีหน้าที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชแบ่งเป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว และเนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน

## 2.1 เนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว (Simple permanent tissue)

2.1.1 เอพิเดอร์มิส (epidermis) เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่รอบนอกสุดของส่วนต่างๆ ของพืช ทำหน้าที่ป้องกันเนื้อเยื่อที่อยู่ด้านใน ประกอบด้วยเซลล์ที่มีชีวิตหลายชนิด ที่สำคัญได้แก่ เซลล์ผิว (epidermal cell) และเซลล์คุม (guard cell) เซลล์ผิวมีสารคิวทิน (cutin) เคลือบอยู่เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ เซลล์คุมมักมีรูปร่างคล้ายไตหรือเมล็ดถั่วแดงอยู่เป็นคู่ประกบกัน บริเวณตรงกลางมีช่องเรียกว่า รูปากใบ (stomatal pore) ภายในเซลล์คุมนี้อาจมีคลอโรพลาสต์ รวมเรียกเซลล์

คุณและรูปร่างปากใบ (stoma) นอกจากนี้ยังอาจพบขน (hair) อาจเป็นเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ก็ได้ สำหรับเอพิเดอร์มิสในรากประกอบด้วยเซลล์ผิวและเซลล์ขนราก (root hair cell)

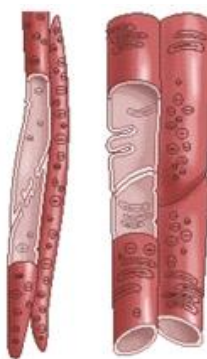


เอพิเดอร์มิสบริเวณรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เอพิเดอร์มิสที่เปลี่ยนแปลงมาเป็นขนราก

ภาพที่1.5 เอพิเดอร์มิส

ที่มา : <http://www.nana-bio.com/e-learning/permanent.htm>, ม.ป.ป.:ออนไลน์.

2.1.2 พาเรงคิมา (parenchyma) เป็นเนื้อเยื่อที่พบอยู่ทั่วไปในส่วนต่างๆ ของพืช ประกอบด้วย เซลล์พาเรงคิมา ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีชีวิต รูปร่างเซลล์มีหลายแบบ เช่น กลม รี หรือ ทรงกระบอก โดยทั่วไปเซลล์มีการเรียงตัวที่ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเซลล์ เซลล์พาเรงคิมาบางเซลล์มีเม็ดคลอโรพลาสต์อยู่ด้วยจึงทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้และบางเซลล์ทำหน้าที่สะสมอาหาร



ภาพที่แสดงพาเรงคิมา (Pearson Prentice Hall School, 2006)

ที่มา : [http://www.phschool.com/science/biology\\_place/biocoach/images/plants/Trachves.gif](http://www.phschool.com/science/biology_place/biocoach/images/plants/Trachves.gif)

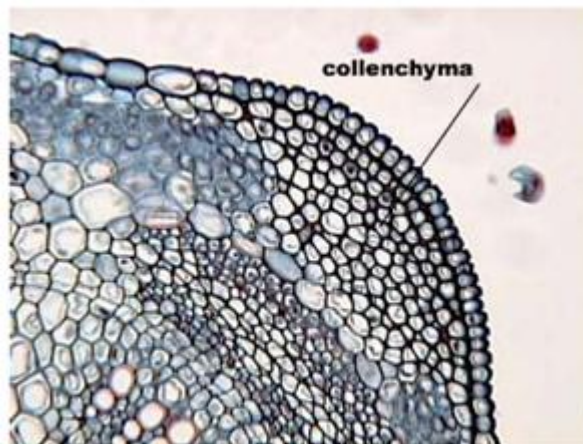
ภาพที่ 1.6 พาเรงคิมา

ที่มา : <http://www.student.chula.ac.th/~56370191/content1a.html>, ม.ป.ป.:ออนไลน์.

2.1.3 คอลเลงคิมา (collenchyma) ประกอบด้วยเซลล์มีชีวิตที่เรียกว่า เซลล์คอลเลงคิมา (collenchyma cell) มีลักษณะคล้ายเซลล์พาเรงคิมา พบมากที่บริเวณใต้



เอพิเดอร์มิสของก้านใบ เส้นกลางใบ และลำต้นส่วนที่ยังอ่อนของพืชล้มลุกหรือไม้เลื้อยบางชนิด ช่วยให้เกิดความแข็งแรงแก่โครงสร้างพืช



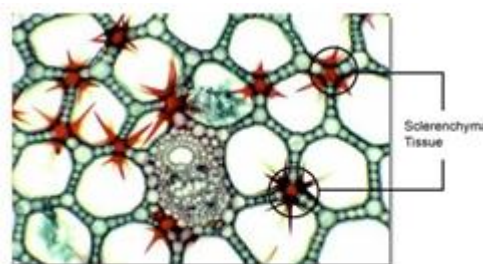
ภาพที่แสดงคอลเลงคิมา (Simmons, K., 2004)

ที่มา : <http://kentsimmons.uwinnipeg.ca/2153/lb1pg5.htm>

ภาพที่ 1.7 คอลเลงคิมา

ที่มา : <http://www.student.chula.ac.th/~56370191/content1a.html>, ม.ป.ป.:ออนไลน์.

2.1.4 สเกลอเรนคิมา (sclerenchyma) ประกอบด้วยเซลล์สเกลอเรนคิมา (sclerenchyma cell) ซึ่งเป็นเซลล์ที่ไม่มีชีวิต เป็นเซลล์ที่ช่วยให้พืชแข็งแรง แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ เซลล์เส้นใยหรือไฟเบอร์ (fiber) เป็นเซลล์เส้นใยยาวและเหนียวมาก และสเกลอริด (sclereid) มีรูปร่างหลายแบบ เช่น รูปหลายเหลี่ยม รูปดาว เป็นต้น มักอยู่ตามส่วนที่แข็งของเปลือกไม้ เช่น ยางพารา เปลือกเมล็ดถั่ว หรือเนื้อผลไม้ที่สากบางชนิด เช่น ฝรั่ง สาเล่ เป็นต้น



ภาพที่แสดงสเกลอเรนคิมา (Arizona State University, 2006)

ที่มา : <http://ls.asu.edu/plb108/course/develop/growth/media/sclerenchyma.jpeg>

ภาพที่ 1.7 สเกลอเรนคิมา

ที่มา : <http://www.student.chula.ac.th/~56370191/content1a.html>, ม.ป.ป.:ออนไลน์.

## 2.2 เนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน (Complex permanent tissue)

เนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน เป็นกลุ่มเซลล์ที่ประกอบด้วยเซลล์หลายชนิดอยู่รวมกันและทำงานร่วมกันเป็น เนื้อเยื่อลำเลียง (Vascular tissue) ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้

### 2.2.1 ไซเลม (Xylem)

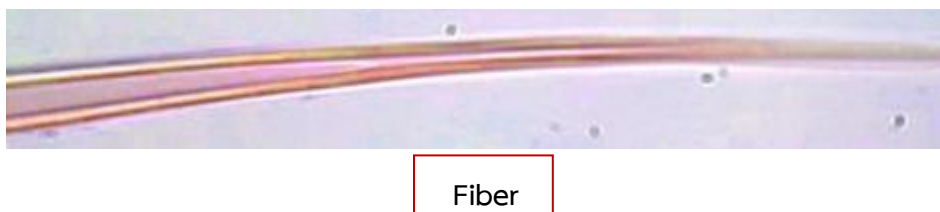
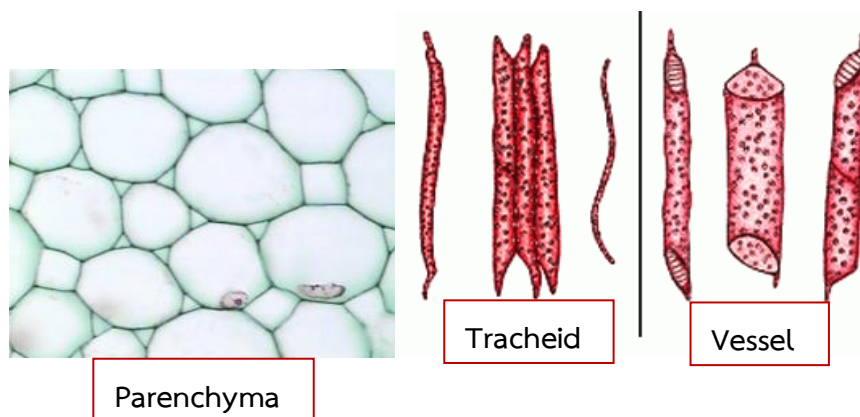
ไซเลม ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุจากรากไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืชซึ่งเรียกว่า  
คอนดัคชัน (Conduction) ไซเลมประกอบด้วยเซลล์ 4 ชนิดคือ

1) เซลล์พาเรงคิมา (Parenchyma) เป็นเซลล์ชนิดเดียวกับที่อยู่ในชั้นคอร์เทกซ์  
และพิธ (Pith คือชั้นที่อยู่ใจกลางของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว) เป็นเซลล์ที่อ่อนนุ่มผนังบาง อมน้ำได้ดี ทำ  
หน้าที่สะสมอาหารพวกแป้ง เซลล์พาเรงคิมานี้เรียกว่าไซเลมพาเรงคิมา (Xylem parenchyma) นี้

2) ไฟเบอร์ (Fiber) เป็นเซลล์รูปร่างยาวปลายเรียว มีผนังเซลล์หนา มีความยาว  
เหนียวและแข็งแรง แทรกอยู่ในไซเลม

3) เทรคีด (Tracheid) เป็นเซลล์ยาวผนังหนามีลักษณะสมออยู่มากที่ผนังเซลล์  
ส่วนใหญ่มักมีส่วนบางๆ เป็นระยะ เรียกว่า เซลล์ มีรู (Pit) ซึ่งไม่มีลักษณะสมอ เซลล์มีรูเป็นบริเวณที่  
น้ำผ่านจากเตรคีดของเซลล์หนึ่งไปอีกเซลล์หนึ่ง ปลายสุดของเซลล์มักแหลม เซลล์เมื่อโตเต็มที่แล้ว  
มักจะตาย โปรโทพลาซึมสลายไปทำให้เกิดเป็นช่อง (Lumen) ตรงกลาง เซลล์มีรูปร่างทรงกระบอก  
หรือเป็นสี่เหลี่ยม พบมากในพวกเฟิร์นและจิมโนสเปิร์ม ในพืชดอกมีจำนวนน้อยกว่ามาก และไม่พบ  
ในพวกมอส เทรคีดมีหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ และยังสามารถส่งออกไปทางด้านข้างโดยผ่านเซลล์  
มีรู การลำเลียงจะเกิดได้ดีต่อเมื่อเซลล์ตายแล้ว เนื่องจากเตรคีด มีความแข็งแรงจึงช่วยเพิ่มความ  
แข็งแรงให้กับส่วนของพืชที่มีเซลล์ชนิดนี้อยู่

4) เวสเซล อีลีเมนต์ (Vessel element) เป็นเซลล์ที่มีลักษณะคล้ายเตรคีด คือ เมื่อ  
เซลล์โตเต็มที่แล้วจะตายไป โปรโทพลาซึมตรงกลางจะสลายไปกลายเป็นช่อง (Lumen) ใหญ่ เซลล์มี  
ผนังหนา เพราะมีลักษณะสมอเช่นเดียวกับเตรคีดและเซลล์มีรูเช่นเดียวกับเตรคีด เซลล์มีขนาดใหญ่  
แต่สั้นกว่าเตรคีด ปลายทั้งสองของเซลล์ตัดเฉียงและมีรูพรุน (Perforation) เวสเซล อีลีเมนต์จะมา  
เรียงซ้อนกันโดยต่อกันเป็นท่อเรียกว่า เวสเซล (Vessel) ที่มีผนังด้านข้างหนาและแข็งแรงมาก เพื่อทำ  
หน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ เช่นเดียวกับเตรคีด



ภาพที่ 1.8 ไซเลม (Xylem)

ที่มา : <http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ap-biology1/Chapter5/Part2.html>,ม.ป.ป.:  
ออนไลน์.

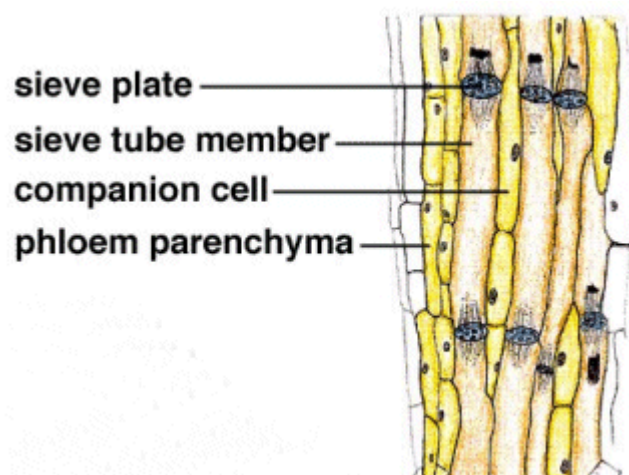
2.2.2 โพลเอม (Phloem) สารโมเลกุลขนาดใหญ่ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันที่พืชสังเคราะห์ขึ้น จะถูกขนส่งโดยอาศัยกลุ่มเนื้อเยื่อโพลเอม ซึ่งประกอบไปด้วยเซลล์ 4 ประเภท คือ

1) ซีฟทิวบ์เมมเบอร์ (sieve tube member) ประกอบด้วยเซลล์ที่มีลักษณะยาวเป็นท่อต่อกัน นิวเคลียสสลายไปเมื่อเซลล์เจริญเติบโตเต็มที่แต่ยังคงมีไซโทพลาสซึมอยู่และทำหน้าที่ลำเลียงสารได้ สันนิษฐานว่าเซลล์ถูกควบคุมโดยนิวเคลียสของคอมพานีเยนเซลล์ (companion cell) ที่อยู่ข้างเคียง นอกจากนี้คอมพานีเยนเซลล์ยังทำหน้าที่ให้อาหารแก่ ซีฟทิวบ์ โดยส่งผ่านทางพลาสโมเดสมาตาอีกด้วย ปลายเซลล์ซีฟทิวบ์มีลักษณะคล้ายตะแกรง เรียกว่า ซีฟเพลท (sieve plate)

2) คอมพานีเยนเซลล์ เป็นเซลล์พาเรงไคมาชนิดหนึ่งที่อยู่ติดกับซีฟทิวบ์ เป็นเซลล์ที่มีชีวิตตลอด คอมพานีเยนเซลล์ติดต่อกับซีฟทิวบ์ตรงบริเวณช่องที่ผนังเซลล์

3) โพลเอมพาเรงไคมา (phloem parenchyma) ทำหน้าที่สะสมสารอินทรีย์ เช่น แป้ง รวมทั้งแทนนิน และเรซิน เซลล์พาเรงไคมาพบกระจายในโพลเอมทั้งในแนวตั้งและแนวนอนของรากและลำต้น

4) โพลเอมไฟเบอร์ (phloem fiber) มีลักษณะยาวมาก ทำหน้าที่เพิ่มความแข็งแรงให้กับโพลเอม โดยเฉพาะโพลเอมที่มีบริเวณกว้างประกบหรือเซลล์คอมพานีเยน (companion cell) เป็นเซลล์ที่มีชีวิต มีลักษณะเป็นเซลล์พาเรงไคมาจะติดอยู่กับซีฟทิวบ์เมมเบอร์เสมอ



ภาพที่ 1.9 โพลเอม ( Phloem )

ที่มา : <http://www.mhhe.com/biosci/pae/botany/histology/html/vasctis2.htm>,ม.ป.ป.:  
ออนไลน์.