

# ตอนที่ 3

## กายวิภาคและสรีรวิทยาของสัตว์และพืช

### บทที่ 11

#### โครงสร้างและหน้าที่ของเนื้อเยื่อสัตว์และพืช

#### เค้าโครงเรื่อง

##### 11.1 โครงสร้างและหน้าที่ของเนื้อเยื่อสัตว์

- 11.1.1 เนื้อเยื่อผิว
- 11.1.2 เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน
- 11.1.3 เนื้อเยื่อประสาท
- 11.1.4 กล้ามเนื้อ

##### 11.2 โครงสร้างและหน้าที่ของเนื้อเยื่อพืช

- 11.2.1 เนื้อเยื่อเจริญ
- 11.2.2 เนื้อเยื่อป้องกัน
- 11.2.3 เนื้อเยื่อลำเลียง
- 11.2.4 เนื้อเยื่อลำเลียง

สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์มีวิวัฒนาการจากสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวขั้นต่ำโดยมีการรวมกลุ่มเซลล์มาทำหน้าที่ร่วมกันเรียกว่าเนื้อเยื่อ เนื้อเยื่อตั้งแต่ 2 ประเภทขึ้นไปมารวมกันทำหน้าที่อย่างเดียวกันหรือมีหน้าที่ผสมงานกันเรียกว่า อวัยวะ หลายอวัยวะทำงานผสมกันต่อเนื่องกันเรียกว่า ระบบ และระบบทำงานผสมกันทำให้สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดดำรงสภาพการมีชีวิตรอดจนสามารถสืบทอดลักษณะทางพันธุกรรมต่อไปได้ การศึกษาลักษณะภายนอกของสิ่งมีชีวิตที่เห็นได้ด้วยตาเรียกว่า **มหากายวิภาค (gross anatomy)** ถ้าศึกษารายละเอียดเล็กลงไปในระดับเซลล์และเนื้อเยื่อเรียกว่า **นิรุกติศาสตร์ (histology)** ซึ่งจำเป็นต้องใช้เทคนิคทาง **ไมโครเทคนิค (microtechnique)** คือการทำเนื้อเยื่อให้คงสภาพ ย้อมสี ทำเป็นสไลด์แล้วตรวจ

BI 115 (H)

ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ้าต้องการศึกษาหน้าที่ของเนื้อเยื่อและระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตเรียกว่า สรีรวิทยา (physiology) ดังนั้นการศึกษากลไกการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตจึงต้องศึกษาทั้งโครงสร้าง (กายวิภาค) และหน้าที่ (สรีรวิทยา) ควบคู่กัน

## 11.1 โครงสร้างและหน้าที่ของเนื้อเยื่อสัตว์

การศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ได้กล่าวแล้วในบทที่ 4 เพื่อให้ทราบกลไกการทำงานของสิ่งมีชีวิตในระดับสูงกว่าเซลล์จึงจำเป็นต้องศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของเนื้อเยื่อไว้ เพื่อให้เห็นภาพพจน์รวมนำไปสู่ความเข้าใจต่อการทำงานของอวัยวะ ระบบ และของร่างกายทั้งหมดได้

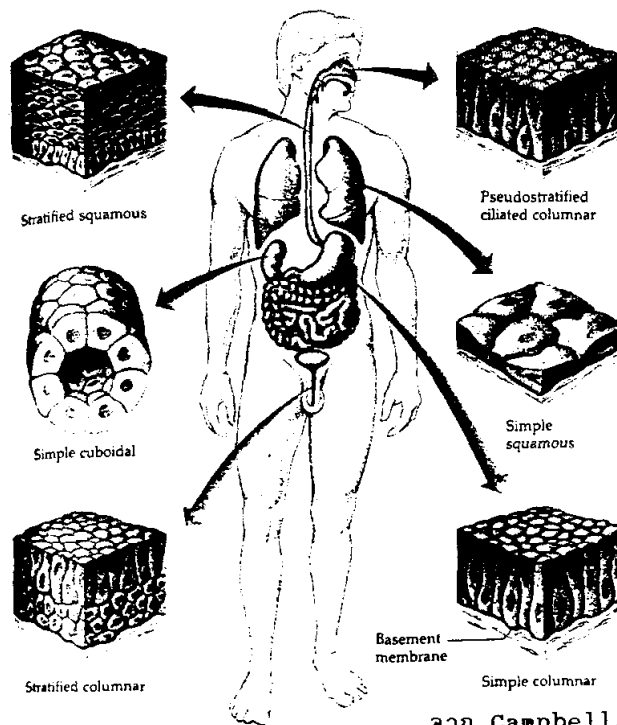
สัตว์พวก Metazoa ต่างไฟลัมกันมีเนื้อเยื่อแต่ละประเภทต่างกันในสัตว์มีกระดูกสันหลัง โดยเฉพาะสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เนื้อเยื่อทั้ง 4 ประเภทหลักมีความต่างกันในระยะเยื่อชั้นน้อย จึงนิยมนำมา เป็นตัวแทน ใช้สำหรับการศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของสัตว์ทั่วไป ประเภทของเนื้อเยื่อจัดแบ่งตามหน้าที่หลักคือ เนื้อเยื่อบุผิว เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เนื้อเยื่อประสาทและกล้ามเนื้อ

11.1.1 เนื้อเยื่อบุผิว (epithelial tissue) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์เรียงกันติดแน่นแต่เป็นแผ่นบางแต่ละแผ่นมีความหนาเท่ากับเซลล์ ๆ เดียว แผ่นเหล่านี้อาจเรียงซ้อนกัน และมีรูปร่างของเซลล์ต่างกันตามลักษณะหน้าที่เฉพาะ จึงใช้คุณสมบัติการเรียงตัวและรูปร่างจำแนกชนิดย่อยลงไป หน้าที่หลักของเนื้อเยื่อบุผิวคือ บุปิวนอก เช่น ผิวหนัง หรือบุผิวภายในช่อง โดยเฉพาะ ช่องภายในลำตัว หรือช่องอวัยวะที่เป็นหลอด (รูป 11-1) ตัวอย่างหน้าที่หลักและหน้าที่รองมีดังนี้

(1) บุปิวนอก เช่น ผิวหนัง (epidermis) ลักษณะเป็นเซลล์เหลี่ยมแบนเรียงซ้อนกันหลายชั้นไม่เป็นระเบียบอยู่บนชั้น basement membrane เรียกว่า pseudostratified squamous epithelium ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายจากแบคทีเรียภายนอก ช่วยควบคุมอุณหภูมิของร่างกายไม่ให้ร่างกายได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเร็วจนเกินไป ป้องกันการสูญเสียน้ำ ในสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำยังช่วยแลกเปลี่ยนออกซิเจนกับอากาศได้ด้วย

(2) บุผิวภายในโพรงหรือหลอด เช่น เยื่อบุผิวข้างแก้ม (**simple squamous epithelium**) ทำหน้าที่ป้องกันการครูดกับเนื้อเยื่อในชั้นถัดเข้าไป พวกที่บุอยู่ภายในช่องของกระเพาะปัสสาวะมักมีรูปร่างเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่างรูปเหลี่ยมลูกบาศก์ (**cuboidal**) และรูปทรงกระบอก (**columnar**) ขึ้นอยู่กับสภาวะยืดหรือหดของกระเพาะปัสสาวะ พวกที่บุอยู่ภายในผนังลำไส้ นอกจากป้องกันการครูดกับชั้นถัดเข้าไปแล้ว ยังทำหน้าที่ดูดกลืนอาหารที่ย่อยแล้วเข้าสู่ระบบเลือดและน้ำเหลืองได้ด้วย ส่วนใหญ่เซลล์รูปทรงกระบอกบางชนิดมีซิเลีย (**ciliated columnar epithelium**) ถ้าไปบุอยู่ที่ท่อนำไข่หรือหลอดลมใหญ่ทำหน้าที่ช่วยพัดโบกของเหลวหรืออนุภาคเล็ก ๆ ได้ด้วย ถ้าไปบุอยู่ที่โพรงจมูกทำหน้าที่รับการกระตุ้นสำหรับส่งต่อไปยังหน่วยรับการกระตุ้นของเซลล์ประสาทรับความรู้สึกซึ่งอยู่ลึกเข้าไปข้างใน บางชนิดเปลี่ยนแปลงไปเป็นต่อมเรียก **goblet cell** (รูป 11-2) ทำหน้าที่ผลิตเอนไซม์ย่อยอาหารหรือผลิตภัณฑ์อื่น เช่น เหงื่อ น้ำนม ชีตัง น้ำลาย และฮอร์โมน ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของเยื่อบุผิวว่าจะอยู่ที่ใดและมีหน้าที่พิเศษต่างกันไป

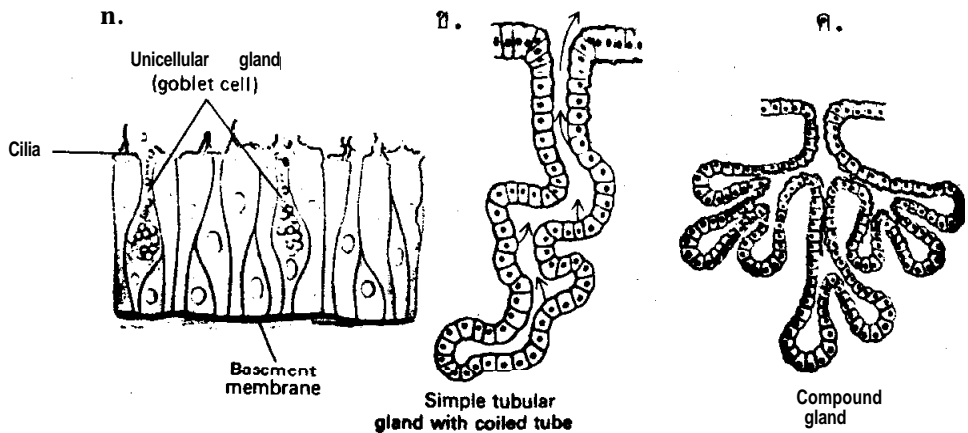
รูป 11-1 ตัวอย่างเนื้อเยื่อบุผิวที่บุอยู่ตามอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย



จาก Campbell, Neil A. 1990

รูป 11-2 แผนภาพของต่อมที่เปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อบุผิว

ก. goblet cell เปลี่ยนแปลงมาจากเซลล์บุผิวเซลล์เดียวทำหน้าที่ผลิตน้ำเมือก (เอนไซม์) ข. ต่อมเหงื่อ เปลี่ยนแปลงมาจากหลายเซลล์รวมเป็นหลอดขด ค. ต่อมน้ำลาย พาราอติด มีลักษณะเป็นถุงแล้วจึงมารวมกันเป็นท่อเปิดออกสู่ช่องปาก

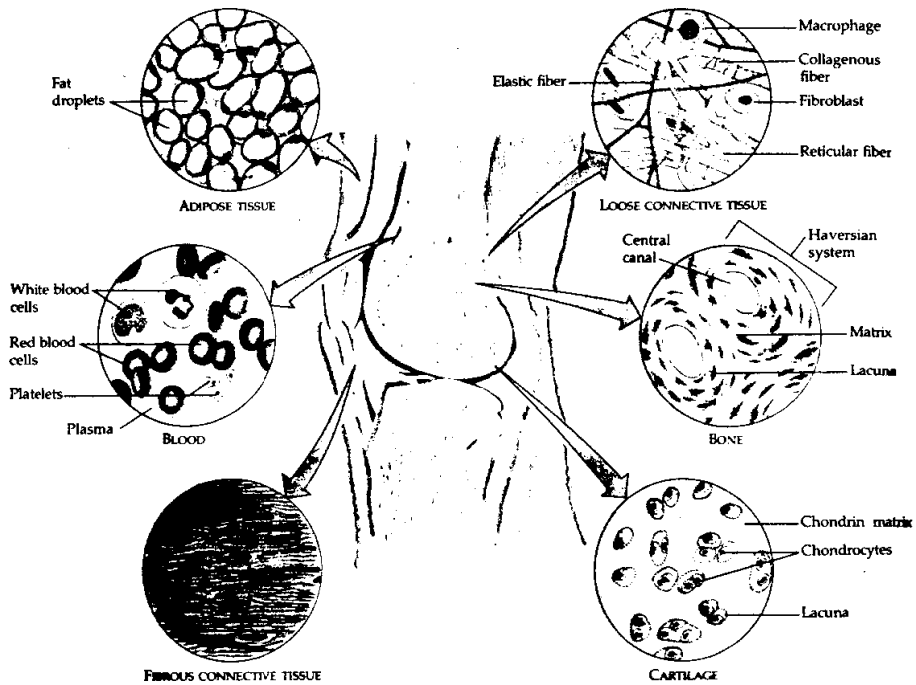


จาก Villee, Claude A., et al. 1989

11.1.2 เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) หน้าที่หลักคือ เชื่อมต่อกับเนื้อเยื่อประเภทอื่น ป้องกันและค้ำจุนโครงสร้างของอวัยวะและร่างกาย อวัยวะที่มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันค้ำจุนคือส่วนที่เรียกว่า สโตรมา (stroma) เนื้อเยื่อบุผิวได้รับการค้ำจุนหรือปูพื้นด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเสมอ

เนื้อเยื่อเกี่ยวพันมีความหลากหลายมาก แบ่งชนิดย่อยออกไปตามสัดส่วนองค์ประกอบคือเซลล์หรือ corpuscle เมทริกซ์ (matrix) ของเหลวคล้ายวุ้นที่คึดหลัง โดยเซลล์ทำหน้าที่เป็นสารพื้น (ground substance) และส่วนที่เป็น เส้นใย (fiber) โดยทั่วไปจำแนกเนื้อเยื่อเกี่ยวพันได้ 7 ชนิดคือ (1) เนื้อเยื่อเกี่ยวพันโปร่งบางและแน่นทึบ (2) เนื้อเยื่อเกี่ยวพันยืดหยุ่น (3) เนื้อเยื่อเกี่ยวพันร่างแห (4) เยื่อมัน (5) กระตุกอ่อน (6) กระตุก (รูป 11-3) และ (7) เลือด

รูป 11-3 แผนภาพแสดงสัดส่วนโครงสร้างที่เป็นส่วนประกอบหลักของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันบางชนิด ให้สังเกตลักษณะของเซลล์ เส้นใย และสัดส่วนที่ประกอบกัน



จาก Campbell, Neil A. 1990

เนื่องจากเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมีความหลากหลายทั้งโครงสร้างและหน้าที่ ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะเลือดเนื่องจากมีหน้าที่เกี่ยวข้องอยู่กับการนำอาหารและออกซิเจนมาสู่เซลล์ และนำผลผลิตจากกระบวนการเมแทบอลิซึมออกจากเซลล์นำส่งสู่ภายนอกผ่านทางระบบขับถ่ายและการหายใจออก ทั้งยังทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันและการควบคุมภายในโดยฮอร์โมน จึงควรทราบโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนประกอบของเลือดไว้พอเป็นสังเขป

**เลือด** ประกอบด้วย (ก) เซลล์เม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือด (ข) ของเหลวเรียกว่าน้ำเลือด (plasma) ทำหน้าที่เป็นสารพื้น และ (ค) ส่วนที่เป็นเส้นใยคือ fibrin

เซลล์เม็ดเลือดทุกชนิดผลิตมาจากเซลล์แม่จากแหล่งเดียวกันคือไขกระดูก (bone marrow) เซลล์แม่ของเม็ดเลือดแดงมักผลิตจากไขกระดูกส่วนสีแดงซึ่งอยู่ภายในกระดูกซี่โครงกระดูกสันหลัง กระดูกอก และกระดูกเชิงกราน โดยมีฮอร์โมน erythropoietin จากไตทำ

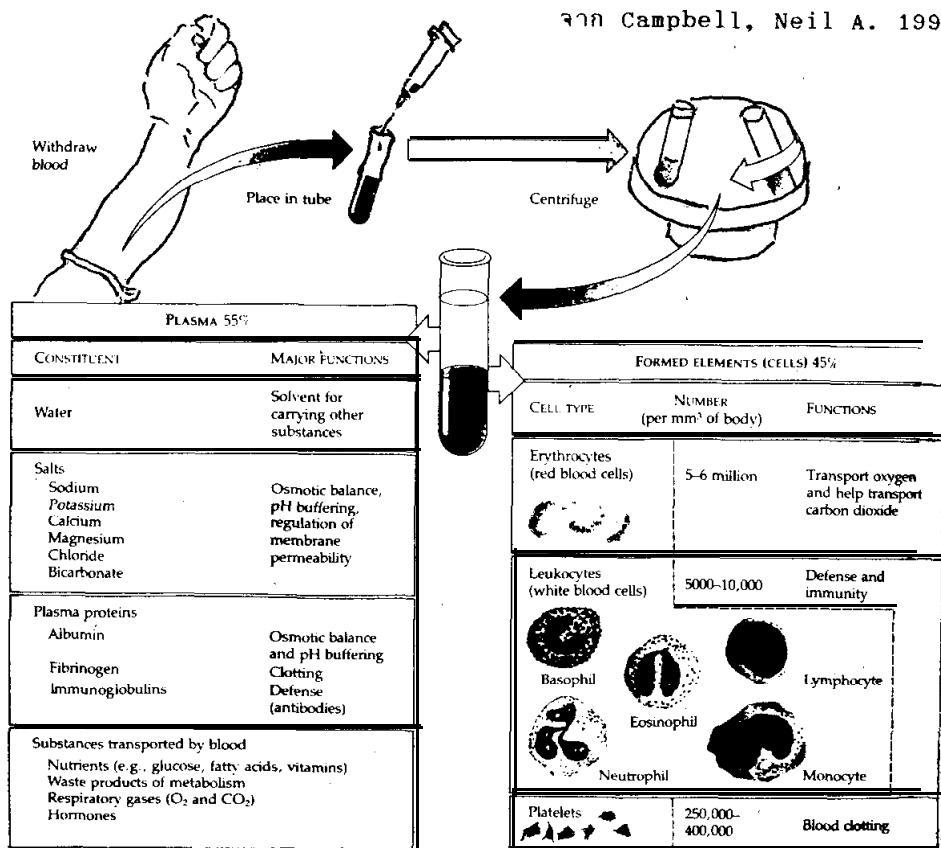
หน้าที่กระตุ้น เม็ดเลือดแดง ไม่มีนิวเคลียสจึงมีอายุการใช้งานประมาณ 120 วัน ฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงถูกนำกลับไปใช้ได้ใหม่ ด้วยการถูกสลายให้เป็นกรดอะมิโน โดยเซลล์ตับ ส่วนธาตุเหล็กถูกนำเก็บไว้ที่ไขกระดูก

เซลล์เม็ดเลือดขาวมีหลายชนิดทำหน้าที่ต่างกัน (รูป 11-4) นอกจากผลิตมาจากเซลล์แม่ในไขกระดูกแล้วยังผลิตจาก ม้าม ต่อมไทมัส ต่อมทอนซิล ต่อมน้ำเหลือง รวมเรียกว่าอวัยวะน้ำเหลือง

เกล็ดเลือดเป็นส่วนของเซลล์ ที่แตกออกมาจากเซลล์แม่ของไขกระดูกทำหน้าที่สำคัญในการจับก้อนของเลือด (blood clotting)

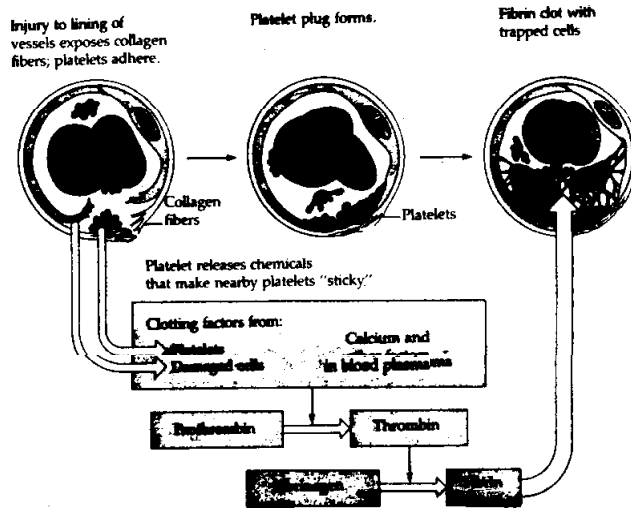
พลาสมามีส่วนประกอบหลักคือ น้ำ เกลือ พลาสมาโปรตีนซึ่งรวมถึงโปรตีนที่เป็นสารภูมิคุ้มกัน (immunoglobulin) สารอาหาร ของเสีย แก๊ส และฮอร์โมน (รูป 11-4)

รูป 11-4 ตารางและแผนภาพแสดงส่วนประกอบหลักของเลือดมนุษย์



การจับก้อนของเลือดเป็นกลไกทางธรรมชาติอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่ป้องกันการเลือดไหลไม่หยุด (hemophilia) เมื่อเกิดบาดแผล กลไกการจับก้อนเกิดจากการกระตุ้นได้หลายทางและมีปัจจัยมากชนิด ในกรณีเกิดบาดแผล เกล็ดเลือดที่สัมผัสกับเส้นใยคอลลาเจนของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันรอบหลอดเลือดจะปล่อยสารมาทำให้เกิดเกล็ดเลือดเม็ดอื่นเหนียวติดกัน ช่วยมิให้เลือดไหลในกรณีที่มีบาดแผลเล็กน้อยภายในหลอดเลือดฝอย เมื่อมีบาดแผลกว้างชั้นจุนเลือดไหลออกสู่เนื้อเยื่อภายนอก จะมีหลายปัจจัยรวมทั้งแคลเซียม ไอออนและวิตามินเคกระตุ้นเอนไซม์ prothrombin ให้เป็น thrombin ซึ่งจะไปกระตุ้นการเปลี่ยน fibrinogen ให้เป็นเส้นใย fibrin สอดก่ายกันทำให้ทั้งเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดมารวมกันอุดรอยบาดแผลได้ (รูป 11-5)

รูป 11-5 แผนภาพขั้นตอนการจับก้อนของเลือด ลูกศรเส้นเดี่ยวแนวนอนเกิดในกรณีมีบาดแผลเล็กน้อยที่หลอดเลือดฝอย ลูกศรคู่ เกิดในกรณีมีบาดแผลกว้างขึ้น



จาก Campbell, Neil A. 1990

การจับก้อนของเลือดเมื่อไม่มีบาดแผลเป็นสาเหตุสำคัญของโรคทางหัวใจหลอดเลือด ทำให้มีอาการหัวใจล้มเหลว หรือหมดสติทันที เนื่องจากก้อนเลือดไปอุดตันการไหลของเลือดในหลอดเลือดเลี้ยงหัวใจ (coronary artery) หรือหลอดเลือดไปเลี้ยงสมอง ก้อนเลือดที่อุดตันในหลอดเลือดเรียก thrombus เกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ สาเหตุหนึ่งคือ ผนังในหลอดเลือดไม่เรียบเพราะมีการสะสมของคอเลสเตอรอลจนหลอดเลือดแข็งขาดการยืดหยุ่นเรียกว่า

atherosclerosis การไหลไม่สม่ำเสมอของเลือดกระตุ้นให้เกิดกลไกไปสู่การจับก้อนได้ ถ้าก้อนเลือดเหล่านี้เคลื่อนที่ไปยังอวัยวะต่าง ๆ เรียก embolus ถ้าไปอุดตันการไหลของเลือดสู่

อวัยวะไม่สำคัญ เกิดอาการบวมรักษาได้ง่าย ไม่ถึงขั้นเสียชีวิต เช่นกรณีที่ไปอุดหลอดเลือดไปสู่หัวใจและสมอง การหนาและแข็งตัวของหลอดเลือดยังก่อให้เกิดอาการ **แรงดันโลหิตสูง (hypertension)** และอาการข้างเคียงอย่างอื่นได้อีกด้วย

### 11.1.3 เนื้อเยื่อประสาท ประกอบด้วยเซลล์ประสาทเรียก **นิวรอน (neuron)**

ทำหน้าที่รับส่งกระแสความรู้สึกในรูปของเคมีไฟฟ้า และเซลล์ทำหน้าที่ค้าจุนและหล่อเลี้ยง เซลล์ประสาทเรียก **glia cell** นอกจากนี้ยังมีเซลล์ของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันหลายชนิดมาทำหน้าที่เสริมโครงสร้างของระบบประสาท เช่น **astrocyte** ทำหน้าที่ซ่อมแซมบาดเจ็บเล็กน้อยให้กับเนื้อเยื่อประสาท **oligodendroglia** ทำหน้าที่สร้างเยื่อหุ้มไมอีลินให้กับแอกซอนของเซลล์ประสาท

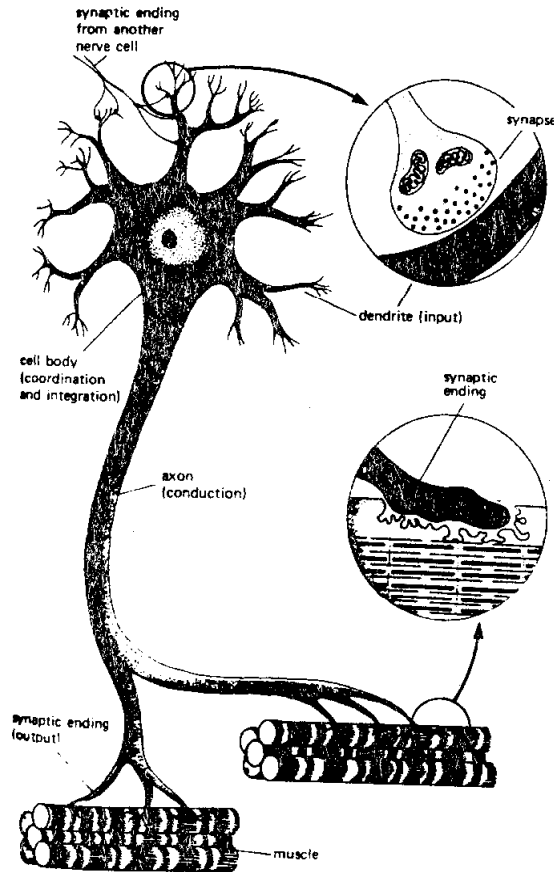
ส่วนประกอบหลักของเซลล์ประสาท คือ **ตัวเซลล์ (cell body)** และแขนงของเซลล์ได้แก่ **เดนไดรต์ (dendrite)** ซึ่งมีหลายแขนงทำหน้าที่รับกระแสความรู้สึกเข้าสู่เซลล์ประสาทและ **แอกซอน (axon)** ซึ่งมีเพียงแขนงเดียวค่อนข้างยาวอาจมีเยื่อไมอีลินหุ้มหรือไม่มีขึ้นอยู่กับตำแหน่งและหน้าที่ของเซลล์ประสาทในอวัยวะของระบบประสาท แอกซอนทำหน้าที่ส่งกระแสความรู้สึกออกจากเซลล์ประสาทไปยังเซลล์ประสาทอื่น หรือไปยังอวัยวะรับความรู้สึก โดยผ่านทางจุด **ซินแนปส์ (synaps)** (รูป 11-6) ซึ่งเป็นกลไกการทำงานเคมีไฟฟ้าเรียกว่า **neurotransmitter**

11.1.4 **กล้ามเนื้อ** เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์บางชนิดหดได้ด้วยการกระตุ้นเซลล์กล้ามเนื้อนิยมเรียกว่า **เส้นใย (fiber)** เนื่องจากเซลล์มีรูปร่างกระบอกยาวภายในมีเส้นใยเล็ก ๆ จำนวนมากเรียงขนานกันเรียกว่า **myofibril** ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ของโปรตีน **myosin** และ **actin** การทำงานของกล้ามเนื้อเยื่อหดตัวคือเส้นใยไมโอซินและแอกทินมาต่อกันด้วยเอนไซม์ทำให้เห็นเป็นแถบหนาขวางความยาวของเซลล์เรียก **striation** (รูป 11-7) แถบหนาหรือ ลายขวางนี้พบในกล้ามเนื้อทุกประเภทสามารถเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ถ้าเป็นกล้องจุลทรรศน์ธรรมดากล้ามเนื้อเรียบจะไม่เห็นลาย กล้ามเนื้อลาย หรือ **skeletal muscle** เป็นส่วนประกอบหลักของมวลของร่างกายทำหน้าที่ยึดกับกระดูกเพื่อช่วยให้ค้าจุนและเคลื่อนไหว กลไกการทำงานควบคุมโดยระบบประสาทส่วนกลาง (CNS คือ central nervous system) กล้ามเนื้อเรียบเป็นกล้ามเนื้อหุ้มอวัยวะภายในโดยเฉพาะพวกที่มีโครงสร้างเป็นท่อ



หรือหลอด เช่น เป็นผนังของระบบทางเดินอาหาร หลอดเลือด ทำงานภายใต้การควบคุมของระบบประสาทอัตโนมัติ (automatic nervous system) กล้ามเนื้อหัวใจมีเฉพาะที่หัวใจ และทำงานอยู่ตลอดเวลาด้วยการควบคุมของระบบประสาทอัตโนมัติ เช่น เดียวกัน

รูป 11-6 แผนภาพแสดงส่วนประกอบหลักของเซลล์ประสาทที่สัมพันธ์กับการรับหรือส่งกระแสความรู้สึกยังอวัยวะบางส่วนของร่างกาย



จาก Auderirk, G. & Teresa Audesirk 1986

## 11.2 โครงสร้างและหน้าที่ของเนื้อเยื่อพืช

พืชชั้นสูงมีส่วนประกอบหลักคือ ราก ลำต้น ใบ ยอด และส่วนที่เปลี่ยนแปลงพิเศษ สำหรับใช้สืบพันธุ์ แต่ละส่วนมีการแตกแขนงหรือเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของพืช เมื่อพืชมีการเจริญจากเอ็มบริโอจนมาเป็นต้นพืช เซลล์จะแบ่งและเปลี่ยนแปลงมาทำหน้าที่เฉพาะตามส่วนต่าง ๆ ของต้น เรียกว่าเป็นเนื้อเยื่อ และเนื้อเยื่อแต่ละประเภทแต่ละแห่งจะผสมกันทำหน้าที่ต่อเนื่องกันตลอดทั้งต้น เมื่อก้าวถึงเซลล์พืชมักเป็นที่เข้าใจถึงลักษณะของ พืช เรงคิม่า

(parenchyma) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ เนื้อเยื่อพืชสามัญ (simple tissue) และพบได้ทั่วทั้งต้น พาเรงคิมาเซลล์มีชื่อเรียกเฉพาะตามส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่นที่ใบเรียก เมโซฟิลล์ (mesophyll) (รูป 11-8) นอกจากพาเรงคิมาแล้วยังมีเซลล์ชนิดอื่นรวมทั้งหมด 8 ชนิดแบ่งกันทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบของ เนื้อเยื่อพืชเชิงซ้อน (complex tissue) (ตาราง 11-1) ซึ่งมีหลายประเภทเช่น เพอริเดิร์ม (periderm) โฟลเอม (phloem) และ ไซเลม (xylem) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อของ ระบบท่อลำเลียง (vascular tissue system)

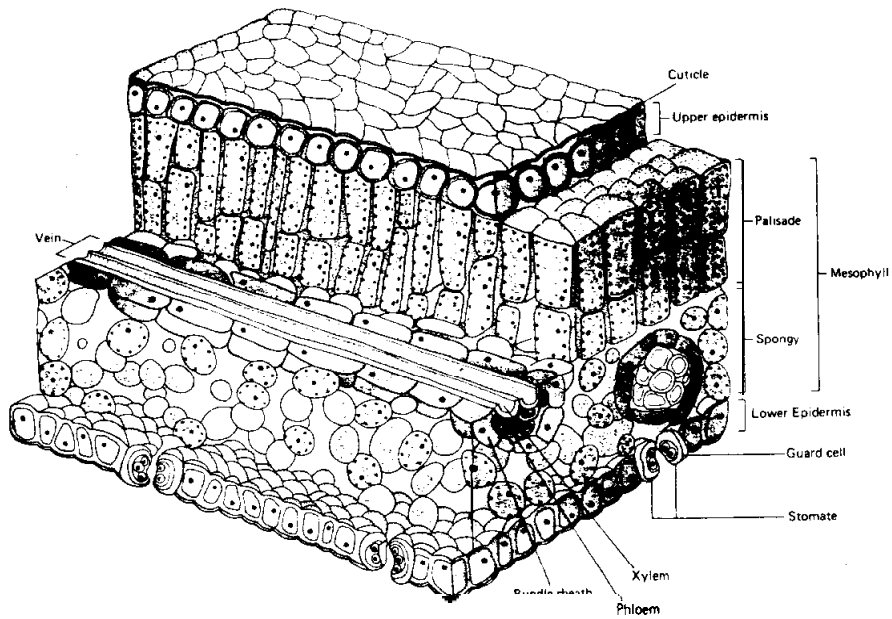
รูป 11-7 ตารางและแผนภาพเปรียบเทียบกล้ามเนื้อลาย กล้ามเนื้อเรียบ และ กล้ามเนื้อหัวใจ ให้สังเกตลักษณะของเซลล์ ตำแหน่งของนิวเคลียสในเซลล์และข้อมูลจำเพาะอื่น

	<i>Skeletal</i>	<i>Smooth</i>	<i>Cardiac</i>
Location	Attached to skeleton	Walls of stomach, intestines, etc.	Walls of heart
Type of control	Voluntary	Involuntary	Involuntary
Shape of fibers	Elongated, cylindrical, blunt ends	Elongated, spindle-shaped, pointed ends	Elongated, cylindrical fibers that branch and fuse
Striations	Present	Absent	Present
Number of nuclei per fiber	Many	One	One or two
Position of nuclei	Peripheral	Central	Central
Speed of contraction	Most rapid	Slowest	Intermediate
Ability to remain contracted	Least	Greatest	Intermediate

จาก Villee, Claude A., et al. 1989

รูป 11-8 ภาพจำลองส่วนประกอบของใบพืชแสดงเนื้อเยื่อป้องกัน เนื้อเยื่อสำมัญ (พาเรงคิมา เซลล์ชนิด เมโซฟิลล์) และเนื้อเยื่อของระบบท่อลำเลียง (โฟลเอ็มและไซเล็ม) ให้สังเกตเซลล์คุมทำหน้าที่ควบคุมการปิดเปิดของปากใบ เพื่อหายใจ การคายน้ำ และการสังเคราะห์ด้วยแสง



จาก Villet, Claude A., et al. 1989

ตาราง 11-1 ชนิดและหน้าที่ของเซลล์พืชที่ประกอบเป็นเนื้อเยื่อพืช

ชนิดของเซลล์	หน้าที่	ตำแหน่งที่พบในส่วนของพืช
พาเรงคิมา (parenchyma)	สังเคราะห์ด้วยแสง ค้ำหลัง สะสม	ทั่วทั้งต้น
คอลเลนคิมา (collenchyma)	ค้ำจุน	ใต้เอพิเดอร์มิสของลำต้น และตามแนวยาวของท่อลำเลียง
สเคลอเรนคิมา (sclerenchyma)	ค้ำจุน	ทั่วทั้งต้น โดยเฉพาะที่ลำต้นและ ใบบางประเภท

ชนิดของเซลล์	หน้าที่	ตำแหน่งที่พบ ในส่วนของพืช
เทรคีด (tracheid)	ลำเลียงน้ำและเกลือแร่ ค้ำจุน	ไซเลม
เวสเซล (vessel element)	ลำเลียงน้ำและเกลือแร่ ค้ำจุน	ไซเลม
ซีฟทิวบ์เมมเบอร์ (seive tube members)	ลำเลียงอาหาร	โฟลเอ็ม
คอมแพเนียน เซลล์ (companion cell)	ช่วยลำเลียงอาหาร	โฟลเอ็ม

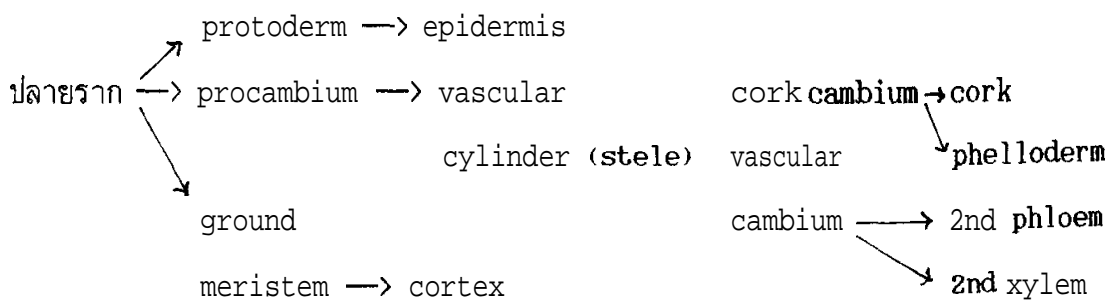
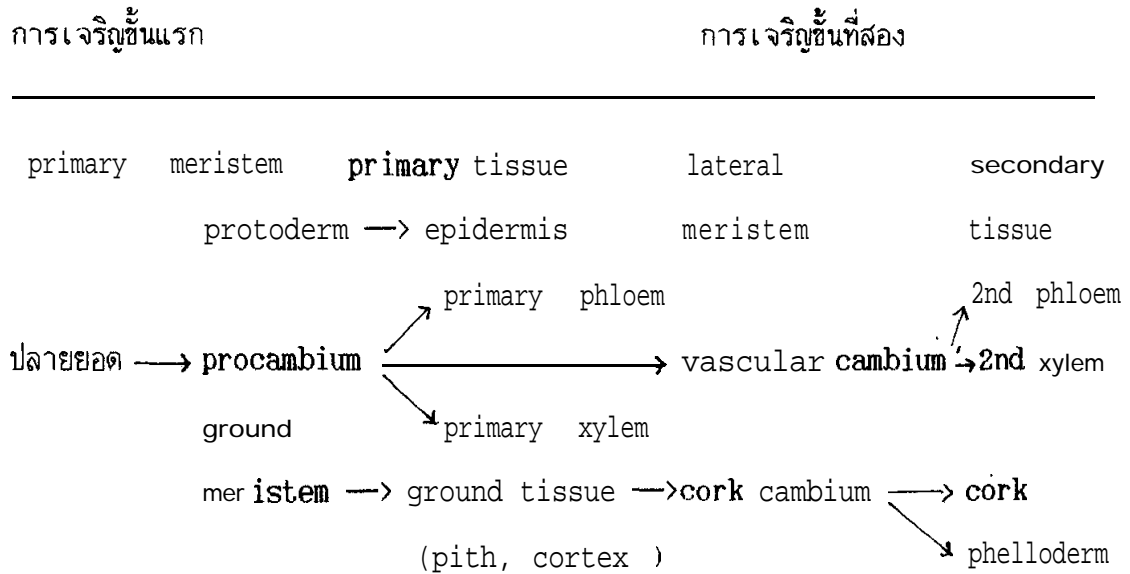
11.2.1 เนื้อเยื่อเจริญ (meristem) เป็นเนื้อเยื่อที่ถือว่าเป็นเนื้อเยื่อสามัญเริ่มแรกของพืชขณะที่ปลายรากและปลายยอด ทั้งในช่วง การเจริญขั้นแรก (primary growth) และในช่วงการเจริญขั้นที่สอง (secondary growth) (ตาราง 11-2)

เซลล์เนื้อเยื่อเจริญขั้นแรกที่ปลายรากจะแบ่งต่อเนื่อง ต้นรากออกไปในทิศทางด้านแนวศูนย์กลางของโลก โดยปลายสุดคือหมวกรากทำหน้าที่ป้องกันการครูดกับดิน เซลล์ที่แบ่งแล้วจะยืดยาวออกเปลี่ยนแปลงเป็นเนื้อเยื่อสามัญ (ground tissue) และเนื้อเยื่อของระบบท่อลำเลียงตามลำดับ ส่วนของปลายยอดก็เช่นเดียวกันแต่เจริญในทิศทางตรงกันข้าม (หนีศูนย์กลางของโลก) เซลล์ที่อยู่รอบนอกสุดจะเจริญเป็นเนื้อเยื่อป้องกัน

11.2.2 เนื้อเยื่อป้องกัน (epidermis) ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายและการระเหยของน้ำออกจากส่วนราก ลำต้น และใบของพืช เป็นเซลล์ที่เปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญ ลักษณะทั่วไป เป็นพาเรงคิมาเซลล์ เมื่ออยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของพืชจึงจะเปลี่ยนรูปร่างตามหน้าที่เฉพาะอีกครั้งหนึ่ง เช่นป้องกันการระเหยของน้ำออกจากใบหรือลำต้นจะมีการตัดหลังซึ่งงอกออกมาคลุมผิวนอกเซลล์ จึงเรียกว่า คิวทิเคิล (cuticle) ถ้าทำหน้าที่ควบคุมการคายน้ำและการแลกเปลี่ยนแก๊สโดยใช้กลไกของความตึงเปิดเปิดปากรู สโทมาตา (stomata) เรียกว่า เซลล์คุม

(guard cell) ถ้ามีส่วนของผนังเซลล์ยื่นตรงออกไปเรียกไตรโครม (trichome) ทำหน้าที่ได้หลายอย่าง ถ้าอยู่ที่รากช่วยดูดน้ำ ถ้าอยู่ที่ลำต้นหรือใบช่วยขับเกลือหรือป้องกันแมลง ใบพืชทะเลทรายยังช่วยหักมุมตกกระทบของแสงเป็นการลดความร้อนไม่ให้เข้าสู่เนื้อเยื่อภายในได้ด้วย

ตาราง 11-2 ลำดับการเจริญชั้นแรกและชั้นที่สองของพืชใบเลี้ยงคู่ที่ให้เนื้อไม้



เมื่อพืชเจริญชั้น เนื้อเยื่อป้องกันชุดแรก จะถูกแทนที่ด้วยเนื้อเยื่อเชิงซ้อนที่เรียกว่าเพอริเดิร์ม (periderm) ซึ่งประกอบด้วยชั้นของคอร์กพาเรงคิมา คอร์กแคมเบียม และนอกสุดคือคอร์กเซลล์ พบที่ส่วนของรากและลำต้น (รวมทั้งกิ่งก้าน) หน้าที่หลักคือป้องกันการระเหยของน้ำ

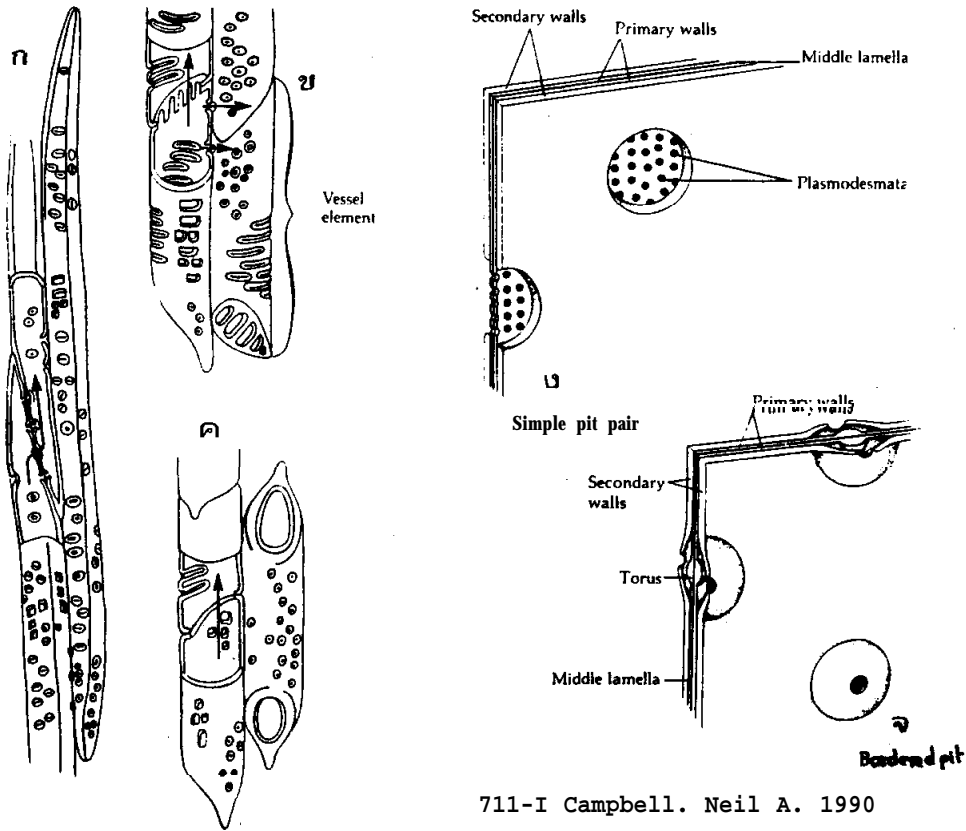
11.2.3 เนื้อเยื่อสามัญ เซลล์ของเนื้อเยื่อสามัญเจริญมาจากเซลล์เนื้อเยื่อเจริญ ลักษณะเป็นพาเรงคิมาเซลล์ จึงเป็นเซลล์พื้นฐานของส่วนต่าง ๆ ของพืช (ดูพาเรงคิมาในตาราง 11-1) ลักษณะและรูปร่างเปลี่ยนแปลงไปตามหน้าที่ แต่โดยทั่วไปผนังเซลล์บาง พบที่รากเรียกว่า **pith** พบที่ด้านข้างได้ชั้น **periderm** เรียกว่า **คอร์เท็กซ์ (cortex)** ซึ่งถ้าเป็นบริเวณรากจะทำหน้าที่สะสมอาหาร พบในใบเรียกเมโซฟิลล์ ทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง (รูป 11-8)

11.2.4 เนื้อเยื่อลำเลียง เป็นเนื้อเยื่อที่ใช้ลำเลียงวัตถุดิบสำหรับการสร้างอาหาร และเมื่อสร้างอาหารแล้วก็ลำเลียงไปตามส่วนต่าง ๆ เพื่อใช้เลี้ยงต้นพืช หรือเพื่อเก็บสะสมไว้ เมื่อเกิดการขาดแคลนอาหารแล้วแต่กรณี พืชไม่ว่าจะมีขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ระบบท่อลำเลียงถือเป็นโครงสร้างที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับแยกประเภทพืชชั้นสูงและชั้นต่ำ แม้แต่ในกลุ่มพวกสาหร่ายหลายเซลล์ซึ่งมีลักษณะทั่วไปคล้ายพวกโปรติสท์ที่สังเคราะห์ด้วยแสง ได้บางชนิดที่มีขนาดใหญ่มีใบคล้ายพืช เช่น สาหร่ายสีน้ำตาลสกุล *Laminaria* ส่วนที่ยึดเกาะคล้ายราก ส่วนที่คล้ายใบด้านปลายใกล้ผิวน้ำมีโครงสร้างคล้ายพืชที่มีระบบท่อลำเลียง นับเป็นวิวัฒนาการที่สาหร่ายเมื่อสร้างอาหารได้จะลำเลียงไปยังส่วนอื่นของสาหร่ายที่ห่างไกลจากส่วนที่สังเคราะห์ด้วยแสง ในพืชที่มีระบบท่อลำเลียงทั้งชั้นต่ำและชั้นสูง น้ำและวัตถุดิบสำหรับสร้างอาหารจะถูกลำเลียงขึ้นไปจากรากสู่ส่วนที่ทำการสังเคราะห์ด้วยแสง (ใบหรือลำต้น) โดยผ่านทางไซเลม เมื่อสังเคราะห์อาหารได้แล้วอาหารจะถูกลำเลียงกลับมายังส่วนลำต้น ราก หรือส่วนอื่นของพืชผ่านทางโฟลเอ็มเพื่อใช้ประโยชน์ในกระบวนการเมแทบอลิซึมและสะสมไว้ใช้ต่อไป

(1) ไซเลม ประกอบด้วยเซลล์หลัก 2 ชนิดคือ **เทรคีด** และ **เวสเซลเอเลเมนท์** ที่มีไฟเบอร์เสริมความแข็งแรงให้ในส่วนที่ยังไม่กลายเป็นเนื้อไม้ ทั้งเทรคีดและเวสเซลเอเลเมนท์ เซลล์หนาเนื่องจากการเสริมความแข็งแรงให้เซลล์ด้วยผนังเซลล์ชั้นที่สองซึ่งเป็นสารประกอบพวก **ลิกนิน (lignin)** ส่วนที่เว้นเป็นช่องไว้ไม่มีการเสริมผนังเซลล์เรียกว่า **พิต (pit)** (รูป 11-9 ง. และ จ.) เทรคีดเป็นเซลล์ทรงกระบอกยาว ปลายปาดเฉียงทั้งสองด้านและเรียงต่อเหลื่อมกัน (รูป 11-9 ก.) น้ำสามารถผ่านจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งได้โดยผ่านรูพิต เวสเซลขนาดใหญ่กว่าเทรคีด ปลายเซลล์ทั้งสองข้างมีรูพิตมากกว่า (รูป 11-9 ข) หรือไม่มีผนังกันทำให้ภายในกลวงติดต่อกันตลอด (รูป 11-9 ค) จึงลำเลียงน้ำได้ดีกว่าเทรคีด ซึ่งถือว่าเป็นเซลล์ที่มีวิวัฒนาการขึ้นมา จึงพบในพืชดอก พวกที่มีระบบท่อลำเลียงแต่ไม่ใช่พืชดอก

จึงมีแต่เทรคิต ไฟเบอร์มีเซลล์ลักษณะเป็นสเคลอเรนคิมา เมื่อพืชเจริญมากขึ้นทั้งเทรคิตและเวสเซลเป็นเซลล์ที่ตายและกลายเป็นเนื้อไม้ให้กับลำต้นของพืช นอกจากเซลล์ทั้ง 3 ชนิดแล้ว ยังมีพาเรนิมาเซลล์ทำหน้าที่สะสมอาหารเพื่อหล่อเลี้ยงให้กับกลุ่มเซลล์ของไซเลมด้วย ไซเลมทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและเกลือแร่จากรากไปสู่ใบด้วยกลไกที่ซับซ้อนหลายอย่างซึ่งจะไม่กล่าวถึงในที่นี้

รูป 11-9 แผนภาพแสดงลักษณะของเซลล์ที่ประกอบกันเป็นไซเลม ก. เทรคิต ข. และค. เวสเซล ให้สังเกตลูกศรคือทิศทางของน้ำที่ไหลผ่านนิกและในรูป ค. แรงดันของน้ำทำให้ผนังกันระหว่างเซลล์พัง ง. รูปแบบ simple pit จ. รูปแบบ bordered pit

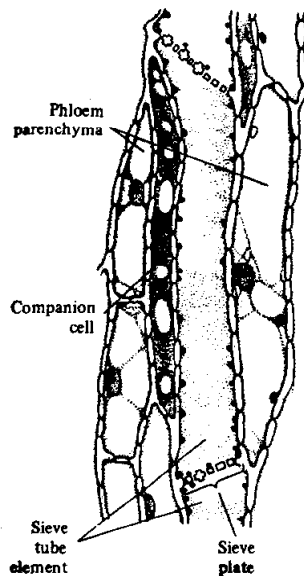


(2) โพลเอม ประกอบด้วยเซลล์หลัก 2 ชนิดคือ sieve tube member (พืชที่ต่ำกว่าพืชดอกคือ sieve cell) และ companion cell (รูป 11-10 ก) เมื่อพืชเจริญขึ้นซีฟว์ทิวบ์เมมเบอร์ก็ยังคงมีชีวิตอยู่ แม้ว่าส่วนประกอบภายในเซลล์จะหายไปเป็นบางอย่าง ปลายทั้งสองข้างของเซลล์มีผนังรูพรุนเรียก ซีฟว์เพลท (sieve plate) (รูป 11-10 ข) พืชบางชนิดมีเส้นใยโปรตีนเรียกว่า P-protein (P มาจากคำว่า phloem) หรือ connecting BI 115 (H)

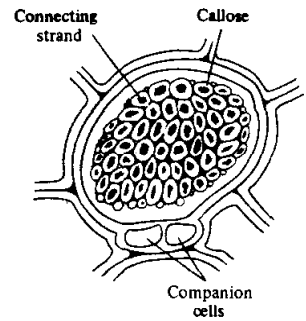
strand ซึ่งยังไม่ทราบหน้าที่แน่ชัดและยังพบสารประกอบพอลิแซ็กคาไรด์เรียกว่า **callose** ซึ่งเชื่อว่าทำหน้าที่สร้างชีฟว์เพลท คอมแพเนียนเซลล์ เรียงประกบขนานกับชีฟว์ทิวบ์ เมมเบอร์ ลักษณะเป็นพาเรงคิมาเซลล์ ทำหน้าที่หลั่งเลี้ยงให้อาหารกับชีฟว์ทิวบ์ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นเซลล์ที่เลี้ยงให้กับชีฟว์ทิวบ์ (ซึ่งไม่มีนิวเคลียสและไรโบโซม) อีกด้วย

รูป 11-10 แผนภาพเซลล์ที่ประกอบเป็นโฟลเอ็ม ก. ภาคตัดตามยาวแสดงชีฟว์ทิวบ์ เมมเบอร์ และคอมแพเนียนเซลล์ ข. ภาคตัดขวางแสดงรูพรุนของชีฟว์เพลท ให้สังเกตเห็นใย connecting strand ในรูและ callose ที่อยู่รอบรูของชีฟว์เพลท

ก.



ข.



จาก Barrett, James M., et al. 1986

พืชเมื่อสร้างอาหารจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ใบแล้ว จะส่งน้ำตาลและอาหารอื่นจากเมโซฟิลล์ผ่านเข้ามายังคอมแพเนียนเซลล์ และเข้าสู่ชีฟว์ทิวบ์ เมมเบอร์ผ่านทางพลาสโมเดสมาทา จึงสามารถลำเลียงอาหารไปยังรากและส่วนอื่นของพืชได้