

# บทปฏิบัติการที่ 5

## ราก (root)

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาส่วนประกอบภายนอกของราก
2. เพื่อศึกษารูปร่างของรากและระบบรากของพืช
3. เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในของราก
4. เพื่อให้ให้นักศึกษาบอกชนิดของเนื้อเยื่อและหน้าที่ของเนื้อเยื่อภายในรากพืชได้

รากพืชโดยทั่วไปเจริญลงสู่ดินตามแรงโน้มถ่วงของโลกทำหน้าที่หลักในการลำเลียงน้ำแร่ธาตุที่ละลายในดินไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืชและลำเลียงอาหารจากใบ ลำต้น มาเลี้ยงรากเพื่อการเจริญเติบโตของราก นอกจากนี้รากยังทำหน้าที่พิเศษ เช่น สังเคราะห์แสง สะสมอาหารเป็นต้น รากพืชเจริญมาจากรากแรกเกิด (radicle) ที่ส่วนปลายของลำต้นใต้ใบเลี้ยง (hypocotyl) เอ็มบริโอ (embryo) และเจริญต่อไปเป็น รากปฐมภูมิ (primary root) ซึ่งถ้ารากชนิดนี้เจริญต่อไปตลอดอายุของพืชเรียกว่า รากแก้ว (tap root) ทำให้พืชมีระบบรากแก้ว (tap root system) ถ้ารากเจริญมาข้อปล้อง ของลำต้น และใบ เรียกว่า รากพิเศษ (adventitious root) ซึ่งพืชใบเลี้ยงเดี่ยวรากพิเศษจะมีจำนวนมากเป็นระบบรากฝอย (fibrous root system) รากพืชโดยทั่วไปจะสร้างรากขึ้นอีกชนิดหนึ่งเรียกว่ารากแขนง (secondary root; lateral root)

ลักษณะภายนอกของราก โดยทั่วไปมีสีขาวไม่มี ข้อ ปล้อง ตา มีส่วนที่แตกออกมาเป็นรากแขนงขนราก และปลายสุดเป็นหมวกราก

ลักษณะโครงสร้างภายในของราก เมื่อดูโครงสร้างภายในตามความยาวของราก จะแบ่งเป็น 4 บริเวณ คือ

1. root cap เป็นบริเวณปลายสุด มีลักษณะเป็นเมือกทำให้รากแทงลงดินได้สะดวก
2. meristematic region เป็นบริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว เซลล์มีรูปร่างคล้ายกัน แบ่งเซลล์ได้ หมวกรากและบริเวณถัดไปหาโคนราก
3. region of cell elongation เป็นบริเวณเซลล์ขยายตัว มีความยาวประมาณ 2-5 มม. มีเนื้อเยื่อเจริญ 3 กลุ่มคือ protoderm , ground meristem และ procambium

4. region of maturation เป็นบริเวณที่เซลล์เปลี่ยนสภาพเป็นเนื้อเยื่อถาวรดูภายนอกจะเห็น  
ขนรากจึงอาจเรียกว่าบริเวณขนราก (zone of root hair) ประกอบด้วยชั้น epidermis, cortex และ  
stele

การเติบโตปฐมภูมิของราก ในพืชใบเลี้ยงคู่ เมื่อดูโครงสร้างภายในที่เป็นเนื้อเยื่อถาวรที่เจริญ  
มาจากเนื้อเยื่อเจริญ ในบริเวณขนราก ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้น epidermis ที่อยู่รอบนอก ถัดเข้าไป  
เป็นชั้น cortex ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ parenchyma ที่มีเซลล์หลายชั้นผนังเซลล์บาง แต่ชั้นในสุด  
เป็นเซลล์ผนังหนา เรียกว่า endodermis มี casparian strip เป็นแถบของ ชูเบอร์อินหรือลิกนิน และ  
ใน endodermis บางส่วนผนังเซลล์บาง เรียกว่า passage cells ซึ่งมักตรงกับแฉกของ xylem  
ด้านในถัดจากชั้น cortex เป็น stele ประกอบด้วย pericycle ผนังเซลล์บางซึ่งเป็นชั้นนอกของ  
stele จะแบ่งเซลล์ต่อไป เป็นรากแขนง ถัดจาก pericycle เป็นเนื้อเยื่อลำเลียงโดยมี xylem ที่มี  
เซลล์ขนาดใหญ่เรียงตัวเป็นแฉก (arch) ด้านนอกเกิดก่อน เรียกว่า protoxylem ด้านในเกิดภายหลัง  
เรียกว่า metaxylem ในพืชใบเลี้ยงคู่มี vascular cambium คั่นอยู่กลางระหว่างแฉกของ xylem กับ  
phloem

ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ชั้นนอกเป็น epidermis ถัดเข้าไปเป็น exodermis เซลล์จะมีผนังหนา  
เพราะมีชูเบอร์อินเป็นองค์ประกอบ ถัดเข้าไปเป็นชั้น cortex ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ sclerenchyma  
และ parenchyma ชั้นในสุดเป็น endodermis ถัดเข้าไปเป็นชั้น stele ซึ่งมี pericycle ชั้นเดียว  
หรือหลายชั้น รอบเนื้อเยื่อลำเลียงที่ xylem จะมีจำนวนแฉกมาก (polyarch) และ phloem จะอยู่  
ระหว่างแฉกโดยชั้นในสุดของ stele จะมีชั้น pith

การเติบโตทุติยภูมิ ในรากพืชใบเลี้ยงคู่มี cambium แทรกอยู่ระหว่าง xylem กับ phloem  
โดย cambium แบ่งเซลล์ออกด้านนอกได้ secondary phloem และแบ่งเซลล์เข้าด้านในได้  
secondary xylem เมื่อรากมีอายุมากขึ้นจะมีชั้น periderm โดยเกิด cork cambium จาก  
pericycle หรือ parenchyma ในชั้น cortex

## อุปกรณ์

1. กล้อง stereo zoom
2. กล้องจุลทรรศน์
3. จานแก้ว

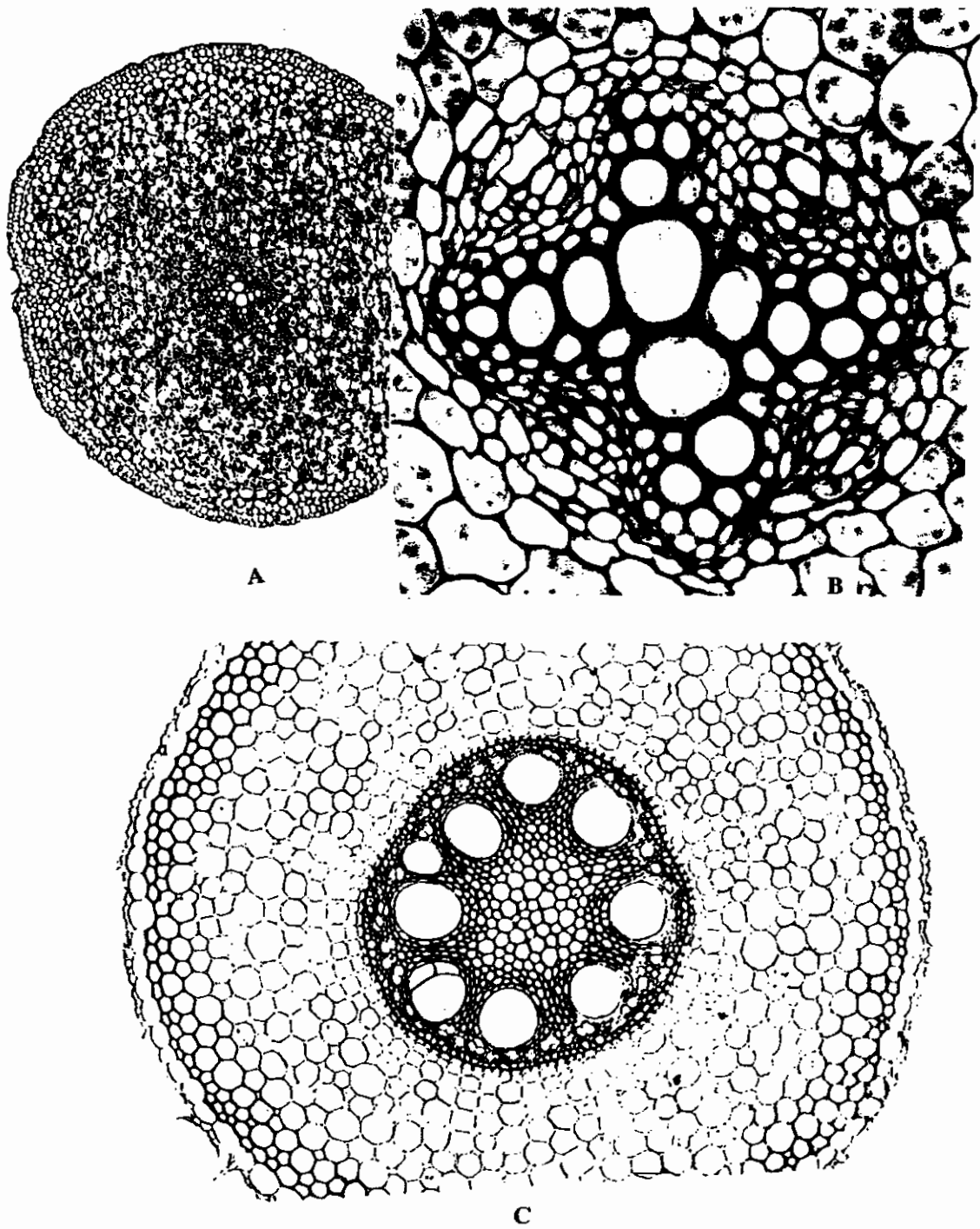
4. สีย้อมเนื้อเยื่อพืช
5. สไลด์และกระจกปิด
6. สไลด์ถาวร ราก พืชใบเลี้ยงคู่และใบเลี้ยงเดี่ยวและปลายราก
7. สไลด์ถาวรการเกิดรากแขนง
8. สไลด์ถาวรราก secondary growth
9. ต้นพืชพร้อมรากชนิดต่าง ๆ
10. ใบมีด เข็มเย็บ กระดาษขั้ว

#### วิธีการ

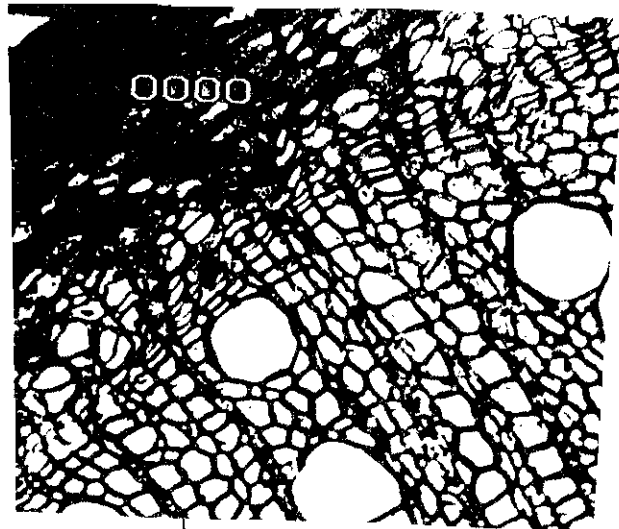
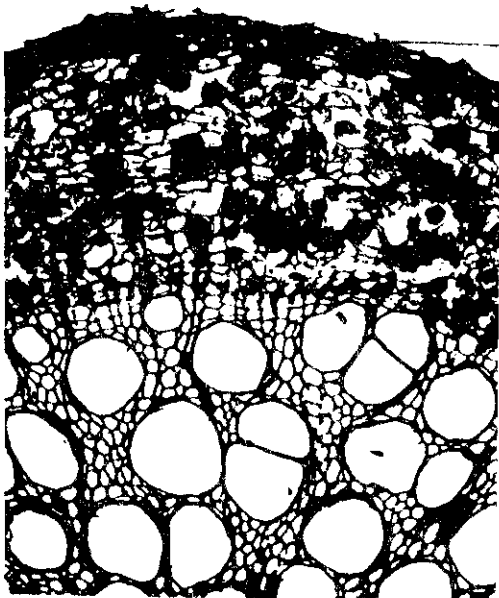
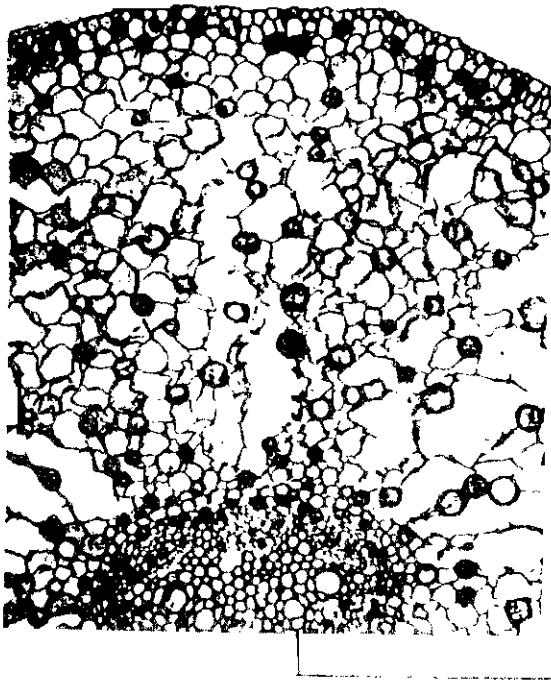
1. ศึกษาลักษณะภายนอกของราก ในปลายรากให้นำรากมาวางบนจานแก้วแล้วดูปลายรากชนราก ด้วยกล้อง stereo zoom
2. ศึกษารากที่เปลี่ยนแปลง (modified root) ทั้งตัวอย่างพืชในห้องปฏิบัติการ และนักศึกษาไปศึกษานอกห้องปฏิบัติการ ให้บันทึกชนิดพืช ชนิดรากและระบบราก
3. ศึกษาโครงสร้างภายในของราก
  - 3.1 ศึกษาปลายรากในกล้องจุลทรรศน์และลงรายการในภาพ
  - 3.2 ศึกษาการเติบโตปฐมภูมิของราก ของพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจากสไลด์ถาวร ให้ไปลงรายการชั้นของเนื้อเยื่อและชนิดของเซลล์ในภาพ
  - 3.3 ศึกษาการเติบโตทุติยภูมิของพืชใบเลี้ยงคู่ จากสไลด์ถาวรให้สังเกตเนื้อเยื่อ secondary phloem, secondary xylem, cambium และ periderm
  - 3.4 ศึกษาการเกิดรากแขนงจากสไลด์ถาวรให้สังเกตเนื้อเยื่อชั้น pericycle และรากแขนง
  - 3.5 ให้เตรียมสไลด์แบบ wet mount ของราก และวาดรูปพร้อมลงรายการนำไปเปรียบเทียบ กับภาพในสไลด์ถาวร

ตารางการศึกษาลักษณะภายนอกของราก

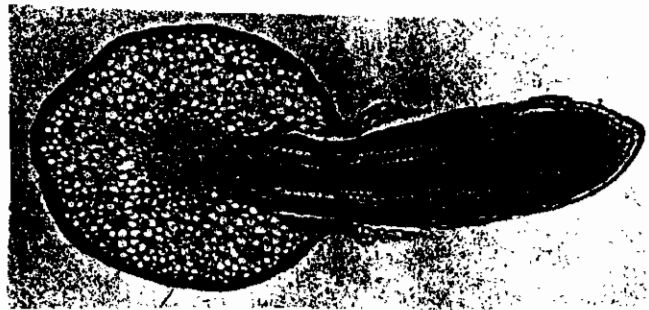
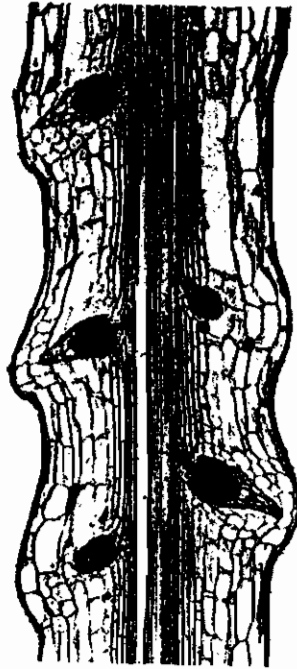
หมายเลข	ชื่อพืช	ระบบราก	ชนิดของราก	หมายเหตุ



รูป 5-1 โครงสร้างภายในของราก A-B รากพืชในเลียงตุ๋ C รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว



รูป 5-2 โครงสร้างภายในของรากที่มีการเติบโตทุติยภูมิ



รูป 5-3 การเกิดรากแขนง

**คำถาม**

1. ให้อธิบายการเกิดรากชนิดต่างๆ มาพอเข้าใจ
2. ให้อธิบายโครงสร้างภายในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ ว่ามีลักษณะอย่างไร