



คู่มือครู

รายวิชาเพิ่มเติม



ชีววิทยา ม.5

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ตัวอย่าง
หลักสูตรปรับปรุง '60



เพิ่ม

คำแนะนำการใช้ ช่วยสร้างความเข้าใจ เพื่อใช้คู่มือครูได้อย่างถูกต้องและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

คำอธิบายรายวิชา แสดงขอบข่ายเนื้อหาสาระของรายวิชา ซึ่งครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดตามที่หลักสูตรกำหนด

Pedagogy ช่วยสร้างความเข้าใจในกระบวนการออกแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ Active Learning ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Teacher Guide Overview ช่วยให้เห็นภาพรวมของการจัดการเรียนการสอนทั้งหมดของรายวิชา ก่อนที่จะลงมือสอนจริง

Chapter Overview ช่วยสร้างความเข้าใจ และเห็นภาพรวมในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละหน่วย

Chapter Concept Overview ช่วยให้เห็นภาพรวม Concept และเนื้อหาสำคัญของหน่วยการเรียนรู้

ข้อสอบเน้นการคิด/ข้อสอบแนว O-NET เพื่อเตรียมความพร้อมของผู้เรียนสู่การสอบในระดับต่าง ๆ

ทักษะ 21st Century Skills กิจกรรมที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้และการดำรงชีวิตในโลกแห่งศตวรรษที่ 21

คู่มือครู



ชีววิทยา

ม.5

เล่ม 1

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียงหนังสือเรียน

ดร. เฉียร ธีระวรรณศรี
ดร. ชลินันท์ เฟ็งสุข
นายเอกรัฐ วงศ์สวัสดิ์

ผู้ตรวจหนังสือเรียน

ผศ.ดร. ศศิวิมล แสงวงผล
ดร. ชลินันท์ เฟ็งสุข
ดร. ป๋วย อุ๋นใจ

บรรณาธิการหนังสือเรียน

นางสาววารภรณ์ ท้วมดี

ผู้เรียบเรียงคู่มือครู

นางสาวฐนินสา หวังประดิษฐ์
นายณรงค์ชัย พงษ์ระนะ

บรรณาธิการคู่มือครู

นางสาวจันจิรา รัตนันทเดช



www.aksorn.com

จัดพิมพ์และจำหน่ายทั่วประเทศโดย

บริษัท อักษรสเจริญทัศน์ จำกัด

142 ถนนตะนาว เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร 10200

โทร./แฟกซ์: 0 2622 2999 (อัตโนมัติ 20 คู่สาย)

พิมพ์ที่: บริษัท ไทยรมเกล้า จำกัด โทร. 0 2903 9101-6

คำแนะนำการใช้

คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 จัดทำขึ้นเพื่อให้ครูผู้สอนใช้เป็นแนวทางวางแผนการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการประกันคุณภาพผู้เรียนตามนโยบายของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.)

เพิ่ม **คำแนะนำการใช้** ช่วยสร้างความเข้าใจ เพื่อใช้คู่มือครูได้อย่างถูกต้องและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

เพิ่ม **คำอธิบายรายวิชา** แสดงขอบข่ายเนื้อหาสาระของรายวิชา ซึ่งครอบคลุมผลการเรียนรู้ตามที่หลักสูตรกำหนด

เพิ่ม **Pedagogy** ช่วยสร้างความเข้าใจในกระบวนการออกแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ Active Learning ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

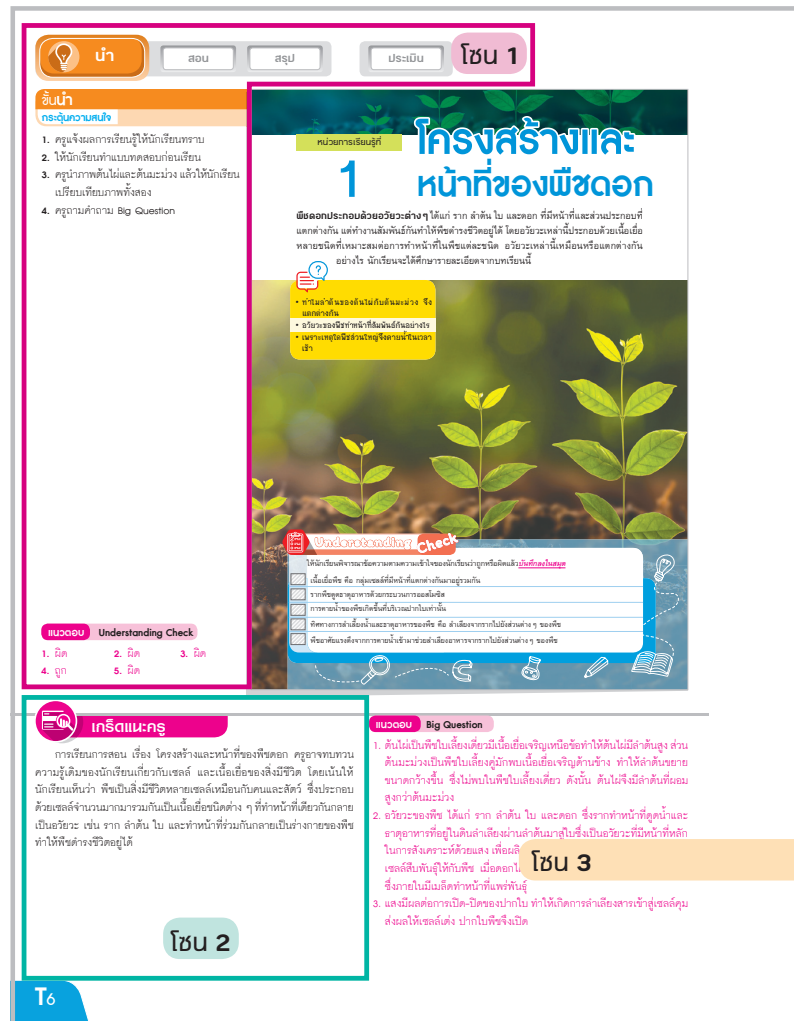
เพิ่ม **Teacher Guide Overview** ช่วยให้เห็นภาพรวมของการจัดการเรียนการสอนทั้งหมดของรายวิชาก่อนที่จะลงมือสอนจริง

เพิ่ม **Chapter Overview** ช่วยสร้างความเข้าใจและเห็นภาพรวมในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละหน่วย

เพิ่ม **Chapter Concept Overview** ช่วยให้เห็นภาพรวม Concept และเนื้อหาสำคัญของหน่วยการเรียนรู้

เพิ่ม **ข้อสอบเน้นการคิด/ข้อสอบแนว O-NET** เพื่อเตรียมความพร้อมของผู้เรียนสู่การสอบในระดับต่างๆ

เพิ่ม **กิจกรรม 21st Century Skills** กิจกรรมที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้และการดำรงชีวิตในโลกแห่งศตวรรษที่ 21



โซน 1 ช่วยครูจัดการเรียนการสอน

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ครูผู้สอน โดยแนะนำขั้นตอนการสอน และการจัดกิจกรรมอย่างละเอียด เพื่อให้ให้นักเรียนบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามผลการเรียนรู้



โซน 2 ช่วยครูเตรียมสอน

ประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ ที่เป็นประโยชน์สำหรับครู เพื่อนำไปประยุกต์ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน

เกร็ดแถมครู
ความรู้เสริมสำหรับครู ข้อเสนอแนะ ข้อสังเกต แนวทางการจัดกิจกรรมและอื่น ๆ เพื่อประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอน

นักเรียนควรรู้
ความรู้เพิ่มเติมจากเนื้อหา สำหรับอธิบายเสริมเพิ่มเติมให้กับนักเรียน

โดยใช้ **หนังสือเรียนชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 และแบบฝึกหัดชีววิทยา ม.5 เล่ม 1** ของบริษัท อักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด เป็นสื่อหลัก (Core Materials) ประกอบการสอนและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งคู่มือครูเล่มนี้มียอดค์ประกอบที่ง่ายต่อการใช้งาน ดังนี้

โซน 3 ช่วยครูเตรียมนักเรียน

ประกอบด้วยแนวทางสำหรับการจัดกิจกรรมและเสนอแนะแนวข้อสอบ เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ครูผู้สอน

กิจกรรม 21st Century Skills

กิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้สร้างชิ้นงานหรือทำกิจกรรมรวบรวมเพื่อให้เกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

ข้อสอบเน้นการคิด

ตัวอย่างข้อสอบที่มุ่งเน้นการคิด มีทั้งปรนัย-อัตนัย พร้อมเฉลยอย่างละเอียด

ข้อสอบเน้นการคิดแนว O-NET

ตัวอย่างข้อสอบที่มุ่งเน้นการคิดวิเคราะห์ และสอดคล้องกับแนวข้อสอบ O-NET มีทั้งปรนัย-อัตนัย พร้อมเฉลยอย่างละเอียด

กิจกรรมทักทาย

เสนอแนะแนวทางการจัดกิจกรรม เพื่อต่อยอดสำหรับนักเรียนที่เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว และต้องการท้าทายความสามารถในระดับที่สูงขึ้น

กิจกรรมสร้างเสริม

เสนอแนะแนวทางการจัดกิจกรรมซ่อมเสริมสำหรับนักเรียนที่ควรได้รับการพัฒนาการเรียนรู้

ห้องปฏิบัติการ (วิทยาศาสตร์)

คำอธิบายหรือข้อเสนอแนะสิ่งที่ควรระมัดระวัง หรือข้อควรปฏิบัติตามเนื้อหาในบทเรียน

สื่อ Digital

แนะนำแหล่งเรียนรู้และแหล่งค้นคว้าจากสื่อ Digital ต่าง ๆ

แนวทางการวัดและประเมินผล

เสนอแนะแนวทางการบรรลุผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่หลักสูตรกำหนด



คำอธิบายรายวิชา

ชีววิทยา เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เวลาเรียน 60 ชั่วโมง/ปี

ศึกษาเกี่ยวกับการดำรงชีวิตของพืช โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก เนื้อเยื่อพืช อวัยวะและหน้าที่ของอวัยวะของพืช โครงสร้างและหน้าที่ของราก ลำต้น และใบ การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร และการลำเลียงอาหารของพืช ศึกษาการสังเคราะห์ด้วยแสง การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_4 และพืช CAM ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ศึกษาการสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต วัฏจักรชีวิตของพืชดอก การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก การสร้างสปอร์และเซลล์สืบพันธุ์ การปฏิสนธิ โครงสร้างของผลและเมล็ด การงอกของเมล็ด ศึกษาการตอบสนองของพืช การตอบสนองของพืชต่อสารเคมี และการตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปรายการอธิบาย และการสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยม

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช
2. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง
3. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง
4. สังเกตและอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง
5. สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช
6. สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช
7. สืบค้นข้อมูล อธิบายความสำคัญของธาตุอาหาร และยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
8. อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช
9. สืบค้นข้อมูลและสรุปการศึกษาที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3
11. เปรียบเทียบกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_3 พืช C_4 และ พืช CAM
12. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปปัจจัยความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
13. อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก
14. อธิบายและเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก และอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก
15. อธิบายการเกิดเมล็ด การเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ดและผล
16. ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ด
17. สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและหน้าที่ของออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก แล้วอภิปรายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร
18. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

รวม 18 ผลการเรียนรู้



Pedagogy

คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ม.5 เล่ม 1

รวมถึงสื่อการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ชั้น ม.5

ผู้จัดทำได้ออกแบบการสอน (Instructional Design) อันเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้และเทคนิคการสอนที่เปี่ยมด้วยประสิทธิภาพ และมีความหลากหลายให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามผลการเรียนรู้ รวมถึงสมรรถนะและคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ของผู้เรียนที่หลักสูตรกำหนดไว้ โดยครูสามารถนำไปใช้จัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในรายวิชานี้ ได้นำรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) มาใช้ในการออกแบบการสอน ดังนี้

รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)

ด้วยจุดประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ และมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ผู้จัดทำจึงได้เลือกใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) ซึ่งเป็นขั้นตอนการเรียนรู้ที่มุ่งหมายให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิดและการลงมือทำ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21



วิธีสอน (Teaching Method)

ผู้จัดทำเลือกใช้วิธีสอนที่หลากหลาย เช่น การทดลอง การสาธิต การอภิปรายกลุ่มย่อย เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) ให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งจะเน้นใช้วิธีสอนโดยใช้การทดลองมากเป็นพิเศษ เนื่องจากเป็นวิธีสอนที่มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้จากประสบการณ์ตรงโดยการคิดและการลงมือทำด้วยตนเอง อันจะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้และเกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่คงทน

เทคนิคการสอน (Teaching Technique)

ผู้จัดทำเลือกใช้เทคนิคการสอนที่หลากหลายและเหมาะสมกับเรื่องที่เรียน เพื่อส่งเสริมวิธีสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การใช้คำถาม การเล่นเกม เพื่อนช่วยเพื่อน ซึ่งเทคนิคการสอนต่าง ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยความสุขในขณะที่เรียนและสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 อีกด้วย



Teacher Guide Overview

ชีววิทยา ม.5 เล่ม 1

หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ทักษะที่ได้	เวลาที่ใช้	การประเมิน	สื่อที่ใช้
1 โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก	<ol style="list-style-type: none"> อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง สังเกตและอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช สืบค้นข้อมูล อธิบายความสำคัญของธาตุอาหาร และยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการจัดกลุ่ม - ทักษะการเปรียบเทียบ - ทักษะการจำแนกประเภท - ทักษะการสำรวจ - ทักษะการระบุ - ทักษะการสรุปย่อ - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ - ทักษะการรวบรวมข้อมูล 	26 ชั่วโมง	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบทดสอบก่อนเรียน - ตรวจสอบฝึกหัด - ตรวจสอบงาน - ประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน - ประเมินการปฏิบัติการ - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - ตรวจสอบทดสอบหลังเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - หนังสือเรียนชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - แบบฝึกหัด ชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - ใบงาน - แบบทดสอบก่อนเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน - สื่อ Twig - PowerPoint ประกอบการสอน
2 การสังเคราะห์ด้วยแสง	<ol style="list-style-type: none"> สืบค้นข้อมูล และสรุปการศึกษาที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3 เปรียบเทียบกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_3 พืช C_4 และ พืช CAM สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปปัจจัยความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการระบุ - ทักษะการเปรียบเทียบ - ทักษะการจำแนกประเภท - ทักษะการสำรวจ 	14 ชั่วโมง	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบทดสอบก่อนเรียน - ตรวจสอบฝึกหัด - ตรวจสอบงาน - ประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน - ประเมินการปฏิบัติการ - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - ตรวจสอบทดสอบหลังเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - หนังสือเรียนชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - แบบฝึกหัด ชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - ใบงาน - แบบทดสอบก่อนเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน - สื่อ Twig - PowerPoint ประกอบการสอน
3 การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต	<ol style="list-style-type: none"> อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก อธิบายและเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก และอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก อธิบายการเกิดเมล็ด การเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่างๆ ของเมล็ดและผล ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ด 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการจัดกลุ่ม - ทักษะการเปรียบเทียบ - ทักษะการจำแนกประเภท - ทักษะการระบุ - ทักษะการสำรวจค้นหา 	14 ชั่วโมง	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบทดสอบก่อนเรียน - ตรวจสอบฝึกหัด - ตรวจสอบงาน - ประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน - ประเมินการปฏิบัติการ - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - ตรวจสอบทดสอบหลังเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - หนังสือเรียนชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - แบบฝึกหัด ชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - ใบงาน - แบบทดสอบก่อนเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน - สื่อ Twig - PowerPoint ประกอบการสอน
4 กาตอมสนองของพืช	<ol style="list-style-type: none"> สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและหน้าที่ของออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก แล้วอภิปรายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสำรวจค้นหา - ทักษะการสรุปย่อ - ทักษะการนำความรู้ไปใช้ - ทักษะการรวบรวมข้อมูล 	6 ชั่วโมง	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบทดสอบก่อนเรียน - ตรวจสอบฝึกหัด - ประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล - ตรวจสอบแบบทดสอบหลังเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - หนังสือเรียนชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - แบบฝึกหัด ชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - ใบงาน - แบบทดสอบก่อนเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน - สื่อ Twig - PowerPoint ประกอบการสอน



สารบัญ

Chapter Title	Chapter Overview	Chapter Concept Overview	Teacher Script
<p>หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก</p> <ul style="list-style-type: none"> เนื้อเยื่อพืช อวัยวะและหน้าที่ของอวัยวะของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช การลำเลียงอาหารของพืช <p>ท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 1</p>	T2	T4	<p>T6</p> <p>T7 - T14</p> <p>T15 - T40</p> <p>T41 - T46</p> <p>T47 - T50</p> <p>T51 - T54</p> <p>T55 - T63</p>
<p>หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การสังเคราะห์ด้วยแสง</p> <ul style="list-style-type: none"> การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C₄ กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช CAM ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง <p>ท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 2</p>	T64	T66	<p>T68</p> <p>T69 - T79</p> <p>T80 - T100</p> <p>T101 - T103</p> <p>T104 - T106</p> <p>T107 - T116</p> <p>T117 - T127</p>
<p>หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต</p> <ul style="list-style-type: none"> วัฏจักรชีวิตของพืชดอก การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก <p>ท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 3</p>	T128	T130	<p>T132</p> <p>T133 - T134</p> <p>T135 - T163</p> <p>T164 - T169</p>
<p>หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การตอบสนองของพืช</p> <ul style="list-style-type: none"> การตอบสนองของพืชต่อสารเคมี การตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม <p>ท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 4</p>	T170	T172	<p>T174</p> <p>T175 - T188</p> <p>T189 - T196</p> <p>T197 - T201</p>

บรรณานุกรม

T202





Chapter Overview

แผนการจัดการเรียนรู้	สื่อที่ใช้	จุดประสงค์	วิธีสอน	ประเมิน	ทักษะที่ได้	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
แผนฯ ที่ 1 เนื้อเยื่อพืช 3 ชั่วโมง	<ul style="list-style-type: none"> - แบบทดสอบก่อนเรียน - หนังสือเรียนชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - ใบงาน - ภาพประกอบการสอน - PowerPoint ประกอบการสอน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืชได้ (K) 2. จำแนกประเภทและเขียนแผนผังสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืชได้ (P) 3. รับผิดชอบต่อหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย (A) 	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบทดสอบก่อนเรียน - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจสอบใบงาน เรื่อง เนื้อเยื่อเจริญของพืช - ตรวจสอบใบงาน เรื่อง ระบบเนื้อเยื่อถาวรของพืช - ตรวจสอบผังมโนทัศน์ เรื่อง เนื้อเยื่อพืช - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการจัดกลุ่ม - ทักษะการเปรียบเทียบ - ทักษะการจำแนกประเภท 	<ul style="list-style-type: none"> - มีวินัย - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน
แผนฯ ที่ 2 โครงสร้างและหน้าที่ของราก 5 ชั่วโมง	<ul style="list-style-type: none"> - หนังสือเรียนชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - แบบฝึกหัดชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - ใบงาน - อุปกรณ์การทดลอง - ภาพประกอบการสอน - PowerPoint ประกอบการสอน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวางได้ (K) 2. เปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่ได้ (P) 3. รับผิดชอบต่อหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย (A) 	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจสอบใบงาน เรื่อง โครงสร้างภายในของราก - ตรวจสอบใบงาน เรื่อง ประเภทของราก - ประเมินการนำเสนอผลงาน - ประเมินการปฏิบัติการ - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการระบุ - ทักษะการวัด - ทักษะการคำนวณ - ทักษะการจำแนกประเภท 	<ul style="list-style-type: none"> - มีวินัย - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน
แผนฯ ที่ 3 โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น 5 ชั่วโมง	<ul style="list-style-type: none"> - หนังสือเรียนชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - แบบฝึกหัดชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - อุปกรณ์การทดลอง - ภาพประกอบการสอน - PowerPoint ประกอบการสอน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวางได้ (K) 2. เปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ได้ (P) 3. ตระหนักถึงคุณค่าของการใช้ประโยชน์จากลำต้นของพืช (A) 	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจสอบใบงาน เรื่อง หน้าที่และชนิดของลำต้น - ตรวจสอบชิ้นงาน โครงสร้างลำต้นเมื่อตัดตามขวาง - ตรวจสอบแบบจำลองโครงสร้างภายในลำต้นของพืช - ประเมินการนำเสนอผลงาน - ประเมินการปฏิบัติการ - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการระบุ - ทักษะการเปรียบเทียบ - ทักษะการจำแนกประเภท - ทักษะการทดลอง 	<ul style="list-style-type: none"> - มีวินัย - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน

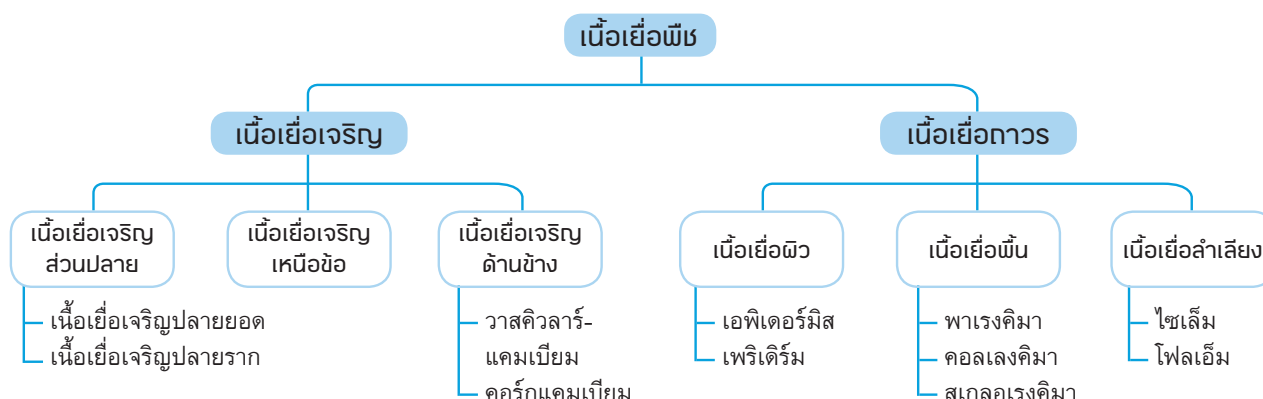
แผนการจัดการเรียนรู้	สื่อที่ใช้	จุดประสงค์	วิธีสอน	ประเมิน	ทักษะที่ได้	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
แผนฯ ที่ 4 โครงสร้างและหน้าที่ของใบ 3 ชั่วโมง	<ul style="list-style-type: none"> - หนังสือเรียนชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - แบบฝึกหัดชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - ใบงาน - ใบไม้ตัวอย่าง - ภาพประกอบการสอน - สื่อ Twig ภาพยนตร์สารคดีสั้น เรื่อง โครงสร้างของพืช : ใบ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายโครงสร้างภายในใบพืชจากการตัดตามขวางได้ (K) 2. เปรียบเทียบโครงสร้างภายในของใบพืช C₃ และ C₄ ได้ (P) 3. ตระหนักถึงความสำคัญของใบพืช (A) 	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจสอบงาน เรื่อง โครงสร้างภายในของใบพืช - ตรวจรายงาน เรื่อง ความสำคัญของใบพืช - ประเมินการนำเสนอผลงาน - ประเมินการปฏิบัติการ - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการระบุ - ทักษะการเปรียบเทียบ - ทักษะการจำแนกประเภท - ทักษะการทดลอง 	<ul style="list-style-type: none"> - มีวินัย - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน
แผนฯ ที่ 5 การแลกเปลี่ยนแก๊ส และการคายน้ำของพืช 3 ชั่วโมง	<ul style="list-style-type: none"> - หนังสือเรียนชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - แบบฝึกหัดชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - ใบงาน - อุปกรณ์การทดลอง - ภาพประกอบการสอน - PowerPoint ประกอบการสอน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืชได้ (K) 2. วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืชได้ (P) 3. รับผิดชอบต่อหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย (A) 	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจสอบงาน เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช - ตรวจผังมโนทัศน์ เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช - ประเมินการปฏิบัติการ 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการระบุ - ทักษะการเปรียบเทียบ - ทักษะการทดลอง 	<ul style="list-style-type: none"> - มีวินัย - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน
แผนฯ ที่ 6 การลำเลียงน้ำของพืช 3 ชั่วโมง	<ul style="list-style-type: none"> - หนังสือเรียนชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - แบบฝึกหัดชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - ภาพประกอบการสอน - สื่อ Twig ภาพยนตร์สารคดีสั้น เรื่อง การลำเลียงในพืช - PowerPoint ประกอบการสอน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายกลไกการลำเลียงน้ำของพืชได้ (K) 2. เปรียบเทียบรูปแบบการลำเลียงน้ำของพืชได้ (P) 3. รับผิดชอบต่อหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย (A) 	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจสอบงาน เรื่อง การลำเลียงน้ำของพืช - ตรวจรายงาน เรื่อง รูปแบบการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช - ประเมินการนำเสนอผลงาน - สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการเปรียบเทียบ - ทักษะการรวบรวมข้อมูล - ทักษะการเชื่อมโยง 	<ul style="list-style-type: none"> - มีวินัย - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน
แผนฯ ที่ 7 ธาตุอาหารของพืช 2 ชั่วโมง	<ul style="list-style-type: none"> - หนังสือเรียนชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - แบบฝึกหัดชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - ภาพประกอบการสอน - PowerPoint ประกอบการสอน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายความสำคัญของธาตุอาหารที่มีต่อพืชได้ (K) 2. เปรียบเทียบลักษณะของพืชที่ขาดธาตุอาหารได้ (P) 3. ตระหนักถึงความสำคัญของธาตุอาหารที่อยู่ภายในดิน (A) 	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจผังมโนทัศน์ เรื่อง ธาตุอาหารของพืช - ตรวจรายงาน เรื่อง ธาตุอาหารที่สำคัญของพืช - ประเมินการนำเสนอผลงาน 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการระบุ - ทักษะการเปรียบเทียบ - ทักษะการจำแนกประเภท - ทักษะการรวบรวมข้อมูล 	<ul style="list-style-type: none"> - มีวินัย - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน
แผนฯ ที่ 8 การลำเลียงอาหารของพืช 2 ชั่วโมง	<ul style="list-style-type: none"> - หนังสือเรียนชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - แบบฝึกหัดชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 - ใบงาน - PowerPoint ประกอบการสอน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารของพืชได้ (K) 2. วิเคราะห์กลไกการลำเลียงอาหารของพืชได้ (P) 3. ตระหนักถึงความสำคัญของพืช (A) 	แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model)	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบแบบฝึกหัด - ตรวจสอบงาน เรื่อง การลำเลียงอาหารของพืช - ประเมินการนำเสนอผลงาน - ตรวจสอบแบบทดสอบหลังเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการสังเกต - ทักษะการระบุ - ทักษะการเปรียบเทียบ - ทักษะการจำแนกประเภท 	<ul style="list-style-type: none"> - มีวินัย - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน



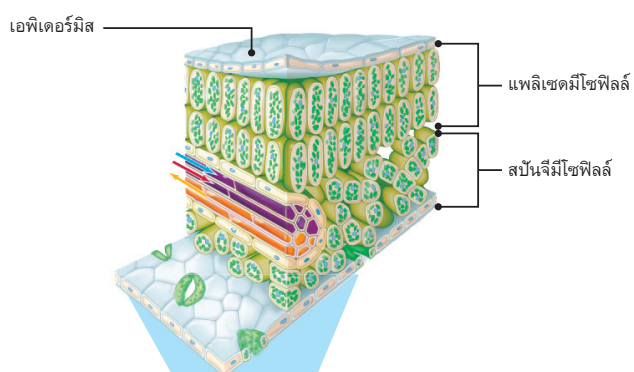
Chapter Concept Overview

เนื้อเยื่อพืช

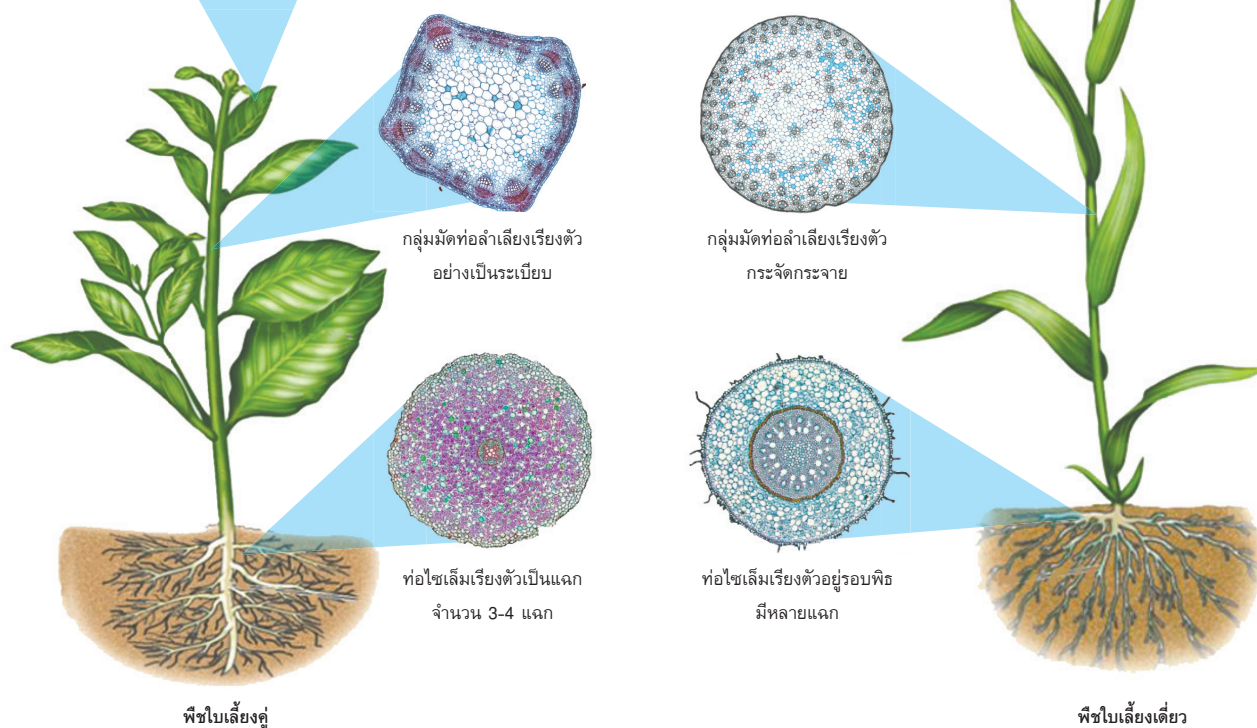
เนื้อเยื่อพืช แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ เนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวร สามารถสรุปเป็นแผนผังได้ ดังนี้



อวัยวะและหน้าที่ของอวัยวะของพืช

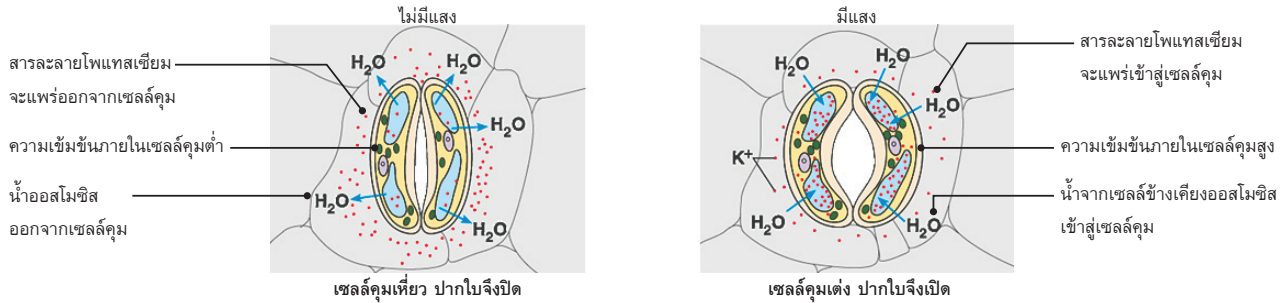


ส่วนประกอบของพืช ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ และดอก ซึ่งรากทำหน้าที่ดูดน้ำและธาตุอาหารที่อยู่ในดิน ภายในลำต้นมีท่อลำเลียงน้ำและอาหาร นอกจากนี้ ลำต้นของพืชยังช่วยค้ำจุนพืชให้ตั้งตรงได้ ใบทำหน้าที่หลักในการสังเคราะห์ด้วยแสง ดอกเป็นอวัยวะสืบพันธุ์ ทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์



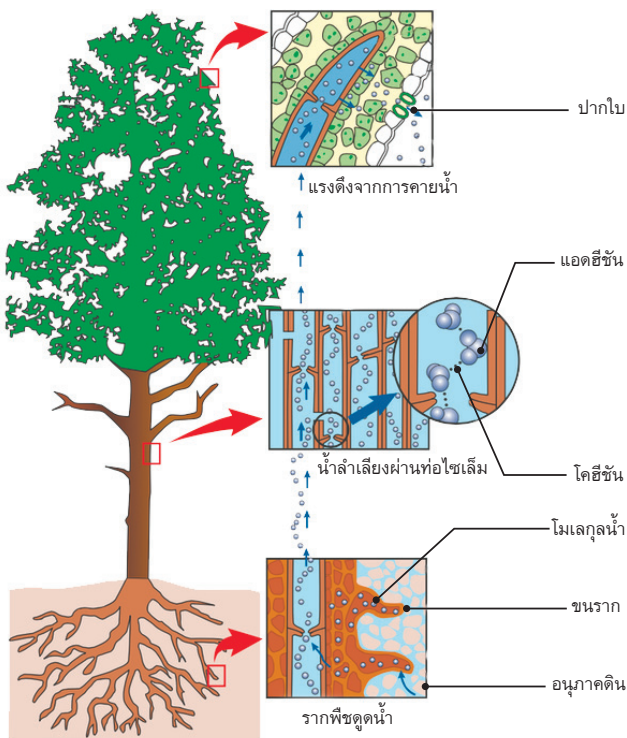
การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช

พืชส่วนใหญ่คายน้ำออกจากปากใบ โดยแสงมีผลต่อเซลล์คุมซึ่งควบคุมการเปิด-ปิดของปากใบ ดังภาพ



นอกจากแสงแล้ว อุณหภูมิ ความชื้น สภาพน้ำในดิน และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ก็เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืชรวมทั้งขนาดรูปร่างของใบ และการจัดเรียงตัวของเส้นใบพืช

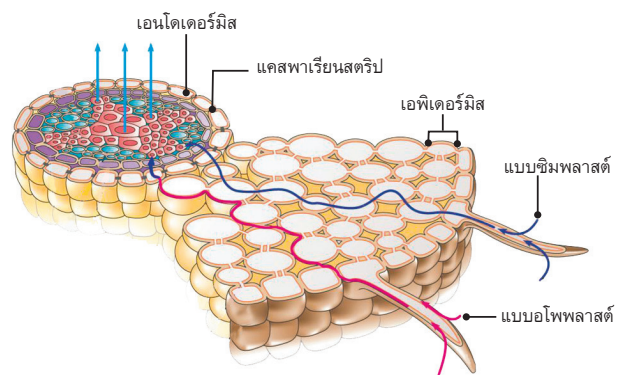
การลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช



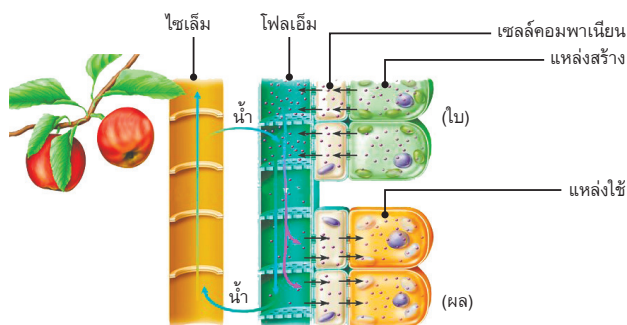
แรงดึงจากการคายน้ำของพืช ส่งผลให้รากดูดน้ำและธาตุอาหารที่ละลายน้ำในรูปของสารละลาย แล้วลำเลียงเข้าสู่ท่อไซเล็มได้มากขึ้น โดยมีแรงแอตชีชั้นและโคฮีชันช่วยลำเลียงน้ำจากรากไปยังยอดพืชอย่างไม่ขาดสาย

รูปแบบการลำเลียงน้ำของพืชมี 2 รูปแบบ ดังนี้

- แบบซิมพลาสต์ น้ำผ่านทางไซโทพลาซึม หรือพลาสโมเดสมาตาของเซลล์
- แบบอโพพลาสต์ น้ำผ่านทางผนังเซลล์หรือช่องว่างระหว่างเซลล์



การลำเลียงอาหารของพืช



อาหารหรือน้ำตาลที่สังเคราะห์ขึ้นจากใบพืชจะถูกลำเลียงเข้าสู่ท่อโพลีเอมในรูปของน้ำตาลซูโครสอาศัยกระบวนการแยกที่พทรานสปอร์ต และน้ำจากเซลล์ข้างเคียงออสโมซิสเข้ามาดันให้สารละลายซูโครสเคลื่อนที่ไปตามท่อลำเลียงส่วนต่าง ๆ ของพืช

ขั้นนำ
กระตุ้นความสนใจ

1. ครูแจ้งผลการเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
2. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ครูนำภาพต้นไผ่และต้นมะม่วง แล้วให้นักเรียนเปรียบเทียบภาพทั้งสอง
4. ครูถามคำถาม Big Question

โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

พืชดอกประกอบด้วยอวัยวะต่างๆ ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ และดอก ที่มีหน้าที่และส่วนประกอบที่แตกต่างกัน แต่ทำงานสัมพันธ์กันทำให้พืชดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยอวัยวะเหล่านี้ประกอบด้วยเนื้อเยื่อหลายชนิดที่เหมาะสมต่อการทำหน้าที่ในพืชแต่ละชนิด อวัยวะเหล่านี้เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร นักเรียนจะได้ศึกษารายละเอียดจากบทเรียนนี้

ทำไมลำต้นของต้นไผ่กับต้นมะม่วง จึงแตกต่างกัน

- อวัยวะของพืชทำหน้าที่สัมพันธ์กันอย่างไร
- เพราะเหตุใดพืชส่วนใหญ่จึงคายน้ำในเวลาเช้า

Understanding Check

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความตามความเข้าใจของนักเรียนถูกหรือผิดแล้ว **บันทึกลงในสมุด**

- เนื้อเยื่อพืช คือ กลุ่มเซลล์ที่มีหน้าที่แตกต่างกันมาอยู่รวมกัน
- รากพืชดูดธาตุอาหารด้วยกระบวนการออสโมซิส
- การคายน้ำของพืชเกิดขึ้นที่บริเวณปากใบเท่านั้น
- ทิศทางการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช คือ ลำเลียงจากรากไปยังส่วนต่างๆ ของพืช
- พืชอาศัยแรงดึงจากการคายน้ำเข้ามาช่วยลำเลียงอาหารจากรากไปยังส่วนต่างๆ ของพืช

- คำตอบ Understanding Check**
1. ผิด
 2. ผิด
 3. ผิด
 4. ถูก
 5. ผิด

เกร็ดแะครู

การเรียนการสอน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ครูอาจทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเซลล์ และเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต โดยเน้นให้นักเรียนเห็นว่า พืชเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์เหมือนกับคนและสัตว์ ซึ่งประกอบด้วยเซลล์จำนวนมากมารวมกันเป็นเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่เดียวกันกลายเป็นอวัยวะ เช่น ราก ลำต้น ใบ และทำหน้าที่ร่วมกันกลายเป็นร่างกายของพืช ทำให้พืชดำรงชีวิตอยู่ได้

คำตอบ Big Question

1. ต้นไผ่เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีเนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อทำให้ต้นไผ่มีลำต้นสูง ส่วนต้นมะม่วงเป็นพืชใบเลี้ยงคู่มีกุ่มกอบเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง ทำให้ลำต้นขยายขนาดกว้างขึ้น ซึ่งไม่พบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ดังนั้น ต้นไผ่จึงมีลำต้นที่พอมสูงกว่าต้นมะม่วง
2. อวัยวะของพืช ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ และดอก ซึ่งรากทำหน้าที่ดูดน้ำและธาตุอาหารที่อยู่ในดินลำเลียงผ่านลำต้นมาสู่ใบซึ่งเป็นอวัยวะที่มีหน้าที่หลักในการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อผลิตอาหารให้กับพืช ส่วนดอกทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ให้กับพืช เมื่อดอกได้รับการผสมเกสร จะพัฒนาต่อไปเป็นผลซึ่งภายในมีเมล็ดทำหน้าที่แพร่พันธุ์
3. แสงมีผลต่อการเปิด-ปิดของปากใบ ทำให้เกิดการลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์คุมส่งผลให้เซลล์ต่าง ปากใบพืชจึงเปิด



Prior Knowledge

เนื้อเยื่อพืชแตกต่างจากเนื้อเยื่อสัตว์อย่างไร ?

พืชดอกดำรงชีวิตอยู่ได้จากการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอก และผล โดยอวัยวะแต่ละส่วนมีหน้าที่และส่วนประกอบที่ต่างกัน ซึ่งอวัยวะเหล่านี้ประกอบด้วยเนื้อเยื่อหลายชนิดที่เหมาะสมต่อโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะนั้น ๆ

เนื้อเยื่อพืช (plant tissue) เป็นกลุ่มเซลล์ของพืชหลายล้านเซลล์ที่มีลักษณะคล้ายกันมาอยู่รวมกันแล้วทำหน้าที่เดียวกัน ในการจำแนกเนื้อเยื่อของพืชมีหลักเกณฑ์มากมาย เช่น รูปร่าง โครงสร้าง ตำแหน่งและหน้าที่ เป็นต้น แต่ส่วนมากจะใช้ความสามารถในการแบ่งตัวของเนื้อเยื่อเป็นเกณฑ์ ซึ่งสามารถแบ่งเนื้อเยื่อพืชออกเป็น 2 ชนิด คือ เนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวร

1.1 เนื้อเยื่อเจริญ (meristematic tissue)

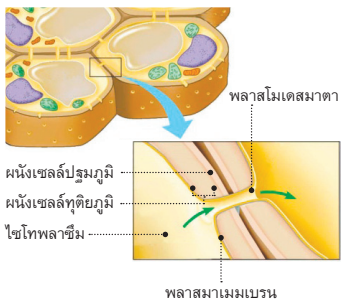
เนื้อเยื่อเจริญประกอบด้วยเซลล์เจริญ ซึ่งเป็นกลุ่มเซลล์ที่มีผนังเซลล์ปฐมภูมิ มีลักษณะบางสม่ำเสมอ มักมีนิวเคลียสขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับขนาดของเซลล์ และเซลล์สามารถคงคุณสมบัติของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (mitosis) ① เข้าไว้ได้ตลอดชีวิต เนื้อเยื่อเจริญจึงเป็นเนื้อเยื่อที่ทำให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างไม่สิ้นสุดตลอดในช่วงที่พืชยังคงมีชีวิตอยู่ ด้วยเหตุนี้เราจึงสังเกตเห็นลำต้นและรากยืดยาว หรือแตกกิ่งก้านสาขาออกไปเรื่อย ๆ หรือมีเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มมากขึ้น



Biology Focus

ผนังเซลล์พืช

เซลล์พืชทุกชนิดมีผนังเซลล์ที่เรียกว่า ผนังเซลล์ปฐมภูมิ (primary cell wall) เป็นผนังเซลล์ชั้นแรกที่อยู่ด้านนอกสุดของเซลล์ มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ ซึ่งถูกยึด



ไว้ด้วยมิดเดิลเลมลา (middle lamella) เซลล์บางชนิดของพืชจะมีผนังเซลล์ทุติยภูมิ (secondary cell wall) เป็นผนังชั้นในสุด มีลิกนิน (lignin) เป็นองค์ประกอบสำคัญ นอกจากนี้ผนังเซลล์ของพืชจะมีช่องว่างเรียกว่า พลาสมาเดสมตา (plasmodesmata) ให้เซลล์ที่อยู่ใกล้เคียงกันสามารถสื่อสารเคมี น้ำ และอาหารระหว่างกันได้

◀ ภาพที่ 1.1 ส่วนประกอบของผนังเซลล์ ที่มา : <http://www.yourarticlelibrary.com>

โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก 3

ข้อสอบ

สำรวจค้นหา

- ให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูลเพื่อตอบคำถาม Prior Knowledge
- ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยให้แต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูล เรื่อง เนื้อเยื่อเจริญของพืช
- ให้แต่ละกลุ่มทำใบงาน เรื่อง เนื้อเยื่อเจริญของพืช
- ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอใบงาน
- ให้นักเรียนแต่ละคนสรุปความรู้ เรื่อง เนื้อเยื่อเจริญของพืช ลงในสมุดบันทึกของตนเอง

แนวตอบ Prior Knowledge

เนื้อเยื่อพืชประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังหนา ซึ่งเป็นสารประเภทเซลลูโลส และมีแวคิวโอลที่มีขนาดใหญ่กว่า และมีคลอโรพลาสต์เป็นองค์ประกอบ ทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง แตกต่างกับเนื้อเยื่อสัตว์ที่ประกอบด้วยเซลล์ที่ไม่มีผนังเซลล์ มีแวคิวโอลขนาดเล็กกว่า และไม่มีคลอโรพลาสต์

ข้อสอบเน้น การคิด

ข้อใดเป็นลักษณะของเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อเจริญ

- เซลล์มีขนาดใหญ่
- เซลล์มีรูปร่างยืดยาว
- ผนังเซลล์ค่อนข้างบาง
- ไซโทพลาซึมย้อมติดสีจาง
- นิวเคลียสสลายไปเมื่อเซลล์เจริญเต็มที่

วิเคราะห์คำตอบ เนื้อเยื่อเจริญมีผนังเซลล์ที่มีลักษณะบางสม่ำเสมอ มีนิวเคลียสขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับเซลล์อื่น และมีสมบัติของการแบ่งเซลล์ ดังนั้น ตอบข้อ 3.)



นักเรียนควรรู้

- ไมโทซิส (mitosis) เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกาย เมื่อผ่านกระบวนการแบ่งเซลล์ เริ่มต้นจากเซลล์เพียง 1 เซลล์ จนสมบูรณ์ จะได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ ที่มีจำนวนโครโมโซมเท่าเดิม โดยไมโทซิสแบ่งออกเป็น 5 ระยะ ดังนี้
 - ระยะอินเตอร์เฟส (interphase) เป็นระยะที่มีการสังเคราะห์สารต่าง ๆ เพื่อเตรียมเข้าสู่กระบวนการแบ่งนิวเคลียส
 - ระยะโพรเฟส (prophase) เป็นระยะที่สารพันธุกรรมจะพันกันแน่นจนเริ่มเห็นเป็นรูปโครโมโซม
 - ระยะเมตาเฟส (metaphase) เป็นระยะที่โครโมโซมเรียงตัวตรงกลางเซลล์
 - ระยะแอนาเฟส (anaphase) เป็นระยะที่โครโมโซมแต่ละอันถูกดึงแยกจากกันไปยังขั้วของเซลล์
 - ระยะเทโลเฟส (telophase) และการแบ่งไซโทพลาซึม (cytoplasm) มีการสร้างเยื่อหุ้มนิวเคลียสขึ้นอีกครั้ง และมีการแบ่งไซโทพลาซึม ถ้าเป็นเซลล์พืชจะมีการสร้างผนังเซลล์ชั้นใหม่



ข้อสอบ

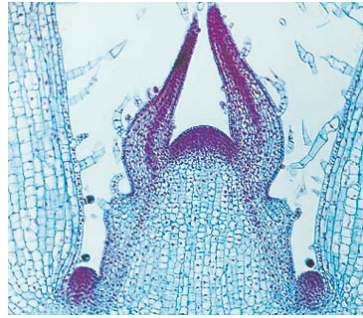
อธิบายความรู้

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการทำใบงาน เรื่อง เนื้อเยื่อเจริญของพืช โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

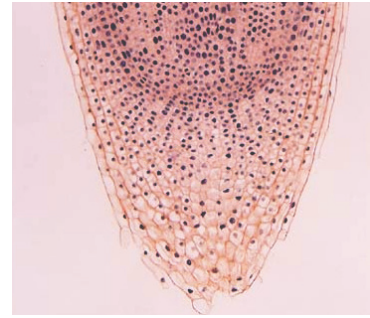
- เนื้อเยื่อเจริญของพืชดอกแบ่งออกเป็นกี่ชนิด (แนวตอบ เนื้อเยื่อเจริญของพืชมี 3 ประเภท ได้แก่ เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ และเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง)
- เนื้อเยื่อเจริญมีความสำคัญกับพืชอย่างไร (แนวตอบ เนื้อเยื่อเจริญเป็นเนื้อเยื่อที่มีสมบัติการแบ่งเซลล์ได้ ทำให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างไม่มีสิ้นสุด โดยเนื้อเยื่อเหล่านี้จะเจริญต่อไปจนกระทั่งทำหน้าที่เฉพาะ เรียกว่า เนื้อเยื่อถาวร โดยมียีนหรือสารพันธุกรรมเป็นตัวกำหนดรูปร่าง ขนาด และหน้าที่ให้สอดคล้องกับโครงสร้างเฉพาะส่วนต่าง ๆ ของพืช)

เมื่อแบ่งเนื้อเยื่อเจริญตามตำแหน่งที่อยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพืช จะแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ และเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง

1. เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย (apical meristem) ถ้าพบตามปลายยอดของลำต้นหรือกิ่งก้านจะเรียกเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายยอด (apical shoot meristem) เมื่อแบ่งเซลล์จะทำให้ลำต้นหรือกิ่งก้านยืดยาวออก และเกิดการสร้างใบ แต่ถ้าพบที่ส่วนปลายของรากจะเรียกเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายราก (apical root meristem) เมื่อแบ่งเซลล์จะทำให้รากยาวขึ้น โดยการเจริญเติบโตที่ทำให้ส่วนต่าง ๆ ของพืชมีคามสูง หรือความยาวเพิ่มมากขึ้น เรียกการเจริญลักษณะเช่นนี้ว่าการเจริญเติบโตปฐมภูมิ (primary growth)



▲ ภาพที่ 1.2 เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายยอด
ที่มา : www.slideserve.com



▲ ภาพที่ 1.3 เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายราก
ที่มา : www.slideserve.com

2. เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ (intercalary meristem) พบอยู่ระหว่างข้อ (node) ตรงบริเวณเหนือข้อล่าง หรือปล้อง (internode) บริเวณเหนือโคนของปล้องบน ทำให้บริเวณดังกล่าวยืดยาวขึ้น เนื่องจากข้อหรือปล้องบริเวณนี้ จะแบ่งเซลล์ได้ยาวนานกว่าบริเวณอื่นในปล้องเดียวกันส่วนใหญ่มักพบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น หญ้า ข้าว ข้าวโพด ไม้ เป็นต้น

▼ ภาพที่ 1.4 เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อของไม้
ที่มา : คลังภาพ อจท.



4

เนื้อเยื่อเจริญปลายราก



นักเรียนควรรู้

- 1 ข้อ (node) เป็นส่วนของลำต้นที่มีตา (bud) ซึ่งจะเจริญไปเป็นกิ่ง ดอก หรือใบ
- 2 ปล้อง (internode) เป็นส่วนของลำต้นที่อยู่ระหว่างข้อ จะสังเกตส่วนของข้อปล้องในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้อย่างชัดเจน เช่น ต้นไม้ อ้อย ข้าวโพด ส่วนพืชใบเลี้ยงคู่เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะมีเนื้อเยื่อชั้นคอร์ค (cork) มาหุ้ม ส่งผลให้มองเห็นข้อปล้องไม่ชัดเจน แต่ก็มีพืชใบเลี้ยงคู่บางชนิดที่สามารถสังเกตเห็นข้อปล้องได้อย่างชัดเจนตลอดชีวิตเหมือนพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ได้แก่ พืชจำพวกไม้ล้มลุกต่าง ๆ เช่น ต้นตำลึง พักทอง ผักบุ้ง

ข้อสอบเน้นการคิด

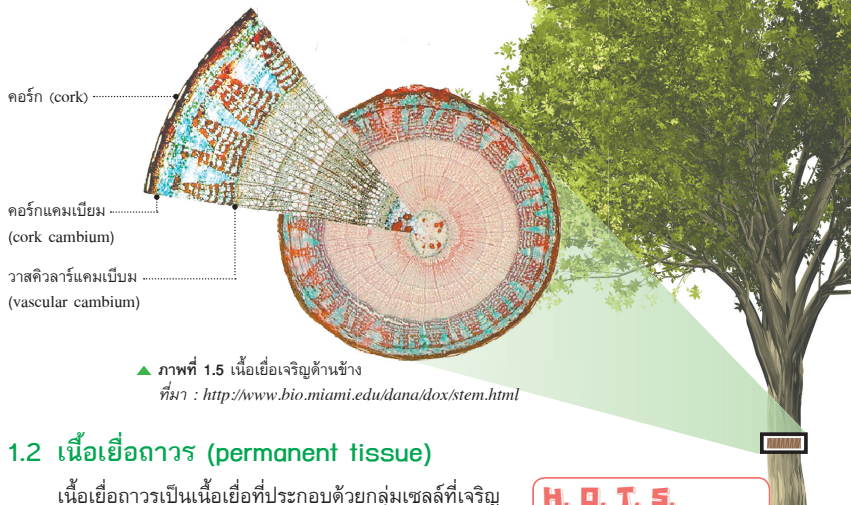
การเติบโตปฐมภูมิเกิดจากการแบ่งเซลล์ของเนื้อเยื่อบริเวณใด

- เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง
 - เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ
 - เนื้อเยื่อเจริญปลายยอด
 - เนื้อเยื่อเจริญปลายราก
- ก. และ ข.
 - ค. และ ง.
 - ก. ข. และ ค.
 - ข. ค. และ ง.
 - ก. ข. ค. และ ง.

(วิเคราะห์คำตอบ การเติบโตปฐมภูมิทำให้พืชมีลักษณะยืดยาวขึ้น ส่วนใหญ่พบในเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย นอกจากนี้ ยังพบในเนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ ดังนั้น ตอบข้อ 4.)



3. **เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง (lateral meristematic)** เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ในแนวขนานกับเส้นรอบวง ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญที่เกิดขึ้นมาภายในรากและลำต้น ส่วนใหญ่พบในพืชใบเลี้ยงคู่ เช่น ต้นถั่ว มะม่วง พริก เป็นต้น และพบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด เช่น หมากผู้หมากเมีย เข็มกุดั่น ครนารายณ์ เป็นต้น เนื้อเยื่อชนิดนี้จะแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนออกทางด้านข้าง เรียกว่า **แคมเบียม (cambium)** ทำให้ลำต้นและรากมีขนาดใหญ่ขึ้น หากพบเนื้อเยื่อนี้อยู่ระหว่างเนื้อเยื่อท่อลำเลียงน้ำและท่อลำเลียงอาหารจะเรียกว่า **วาสคิวลาร์แคมเบียม (vascular cambium)** ซึ่งจะแบ่งเซลล์ทำให้เกิดเนื้อเยื่อท่อลำเลียง (vascular tissue) เพิ่มขึ้น และถ้าพบเนื้อเยื่ออยู่ในชั้นเอพิเตอร์มิส หรือชั้นถัดเข้าไปจะเรียกว่า **คอร์กแคมเบียม (cork cambium)** เมื่อเซลล์เกิดการแบ่งตัวจะทำให้เกิดเนื้อเยื่อคอร์ก (cork) โดยการเจริญเติบโตที่ทำให้ลำต้น หรือรากพืชมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มมากขึ้น เรียกว่า **การเจริญเติบโตทุติยภูมิ (secondary growth)**



▲ ภาพที่ 1.5 เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง
ที่มา : <http://www.bio.miami.edu/dana/dox/stem.html>

1.2 เนื้อเยื่อถาวร (permanent tissue)

เนื้อเยื่อถาวรเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่เจริญเต็มที่แล้ว ไม่มีการแบ่งเซลล์ต่อไปอีก ประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปร่าง ขนาด และหน้าที่ต่างกัน

เนื้อเยื่อถาวรมีหลายชนิด แต่ละชนิดพัฒนาและเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญ โดยเนื้อเยื่อถาวรแบ่งได้เป็น 3 ระบบ ได้แก่ ระบบเนื้อเยื่อผิว ระบบเนื้อเยื่อพื้น และระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง ซึ่งแต่ละระบบมีรูปร่าง ขนาด และทำหน้าที่ต่างกัน ดังนี้

H. O. T. S.
กำหนดทักทายการคิดขั้นสูง

พืชจะมีลักษณะเป็นอย่างไร หากพืชมีเพียงเนื้อเยื่อเจริญ และพืชจะดำรงชีวิตอยู่ได้หรือไม่

โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก | 5

ข้อสอบ

อธิบายความรู้

- หลังจากการอภิปราย ครูอาจใช้ภาพจาก PowerPoint ประกอบการสอน และชี้ส่วนต่างๆ ของพืช และระบุว่าเนื้อเยื่อบริเวณใดเป็นองค์ประกอบ
 - ครูถามนักเรียนว่า การเจริญเติบโตปฐมภูมิ ส่งผลอย่างไรกับพืช จากนั้นสุ่มนักเรียนออกมาอธิบายคำตอบ
- (แนวตอบ พิจารณาคำตอบของนักเรียน โดยมีแนวคำตอบว่า การเจริญปฐมภูมิมิผลทำให้พืชสูงยาวขึ้น)*
- ครูให้นักเรียนจับคู่ แล้วเป่ายิงอุบกัน โดยผู้ชนะเป็นฝ่ายถามคำถามท้าทายการคิดขั้นสูง (H.O.T.S.) และผู้แพ้เป็นผู้ตอบคำถาม จากนั้นครูให้ผู้ชนะนำเสนอคำตอบของตัวเอง พร้อมเสนอแนวคำตอบของตนเองร่วมกับของเพื่อน

แนวตอบ H.O.T.S.

หากพืชมีเพียงเนื้อเยื่อเจริญ พืชจะเจริญแบ่งเซลล์อย่างไม่สิ้นสุด ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ไม่มีหน้าที่เฉพาะ พืชดังกล่าวจึงไม่มีวิวัฒนาการดำรงชีวิตอยู่ได้

ข้อสอบเน้น การคิด

เนื้อเยื่อเจริญชนิดใด เมื่อแบ่งเซลล์แล้ว ส่งผลให้ลำต้นพืชมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น

- เนื้อเยื่อพื้น
- เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ
- เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง
- เนื้อเยื่อเจริญปลายยอด
- เนื้อเยื่อเจริญปลายราก

(วิเคราะห์คำตอบ เนื้อเยื่อเจริญด้านข้างประกอบด้วยวาสคิวลาร์แคมเบียม และคอร์กแคมเบียม เมื่อเนื้อเยื่อเหล่านี้เกิดการแบ่งเซลล์ ส่งผลให้ลำต้น หรือรากพืชมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น ดังนั้น ตอบข้อ 3.)



เกร็ดแะครู

ครูอธิบายเพิ่มเติมให้กับนักเรียนว่า ทั้งการเติบโตปฐมภูมิของเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย และการเติบโตทุติยภูมิของเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง ส่งผลให้ต้นไม้มีรูปร่างที่แตกต่างกัน เช่น ถ้าต้นไม้ต้นหนึ่งมีเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายที่มีความแข็งแรง และข่มเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง ต้นไม้จะมาลักษณะเป็นทรงพุ่มสูง ในทางตรงกันข้าม หากต้นไม้ชนิดนั้นมีเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายไม่แข็งแรง จะส่งผลให้มีการเจริญของเนื้อเยื่อเจริญด้านข้างมากกว่าเกิดการแตกกิ่งก้านเป็นจำนวนมาก ต้นไม้จะมีทรงพุ่มเตี้ยและแผ่กว้างกว่า



ขั้นสอน

สำรวจค้นหา

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม โดยให้แต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูล เรื่อง ระบบเนื้อเยื่อถาวร โดยแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบแต่ละกลุ่ม ดังนี้
 - กลุ่มที่ 1 ศึกษาหัวข้อระบบเนื้อเยื่อผิว
 - กลุ่มที่ 2 ศึกษาหัวข้อระบบเนื้อเยื่อพื้น
 - กลุ่มที่ 3 ศึกษาหัวข้อระบบเนื้อเยื่อลำเลียง
2. ให้แต่ละกลุ่มทำใบงาน เรื่อง เนื้อเยื่อถาวร
 - กลุ่มที่ 1 ทำตอนที่ 1 ระบบเนื้อเยื่อผิว
 - กลุ่มที่ 2 ทำตอนที่ 2 ระบบเนื้อเยื่อพื้น
 - กลุ่มที่ 3 ทำตอนที่ 3 ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง
3. ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอใบงาน
4. ให้นักเรียนแต่ละคนสรุปความรู้เรื่อง ระบบเนื้อเยื่อถาวร ลงในสมุดบันทึกของตนเอง

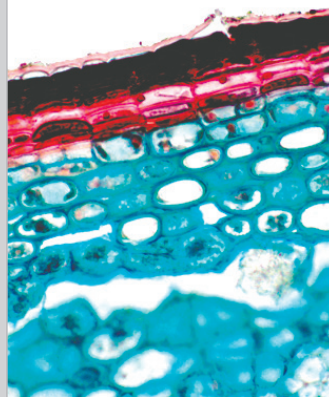


▲ ภาพที่ 1.6 ลักษณะของปากใบ
ที่มา : <http://www.artasawcap.on.info>

1. ระบบเนื้อเยื่อผิว มีดังนี้

1) **เอพิเดอร์มิส (epidermis)** เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่รอบนอกสุดของส่วนต่าง ๆ ของพืชทำหน้าที่ป้องกันเนื้อเยื่ออื่น ๆ ที่อยู่ภายใน เอพิเดอร์มิสของลำต้นและใบประกอบด้วยเซลล์หลายชนิด ส่วนใหญ่เป็นเซลล์ผิว (epidermal cell) ที่เรียงตัวกันเพียงชั้นเดียว แต่ในพืชบางชนิดอาจพบเนื้อเยื่อชั้นนี้มากกว่าหนึ่งชั้น เซลล์ผิวมีรูปร่างที่แตกต่างกันหลายแบบ ภายในเซลล์มักไม่พบคลอโรพลาสต์ ตัวเซลล์เรียงชิดติดกันไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ตัวอย่างเช่นชั้นเอพิเดอร์มิสของเซลล์ใบไม้ จะประกอบด้วยเซลล์ผิวที่พบเฉพาะผนังเซลล์ปฐมภูมิซึ่งผนังเซลล์ด้านนอกมักหนากว่าด้านในและเคลือบด้วยสารคิวทินเพื่อลดการระเหยของน้ำ นอกจากนี้ยังพบเซลล์คุม (guard cell) ซึ่งภายในเซลล์คุ่มมีคลอโรพลาสต์ มีรูปร่างคล้ายไตหรือเมล็ดถั่วแดงอยู่เป็นคู่ประกบกัน ส่วนชั้นเอพิเดอร์มิสในรากพืชประกอบด้วยเซลล์ผิวและเซลล์ขนราก แต่ไม่พบเซลล์คุม เป็นต้น

2) **เพริเดิร์ม (periderm)** เป็นเนื้อเยื่อที่เกิดจากการแบ่งตัวของเนื้อเยื่อบริเวณเส้นรอบวงของรากและลำต้น ทำให้เอพิเดอร์มิสแตกออก เนื้อเยื่อชนิดนี้จึงเข้ามาแทนที่ ส่งผลให้รากและลำต้น ขยายขนาดขึ้น พบในพืชที่มีอายุมาก เพริเดิร์มประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ชั้นนอกสุด คือ คอร์ก หรือเฟลเลม (phellem) เซลล์กลุ่มนี้จะสะสมสารซูเบอร์ิน (suberin) เหนือผนังเซลล์เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ เมื่อเซลล์แก่จะตาย และมีอากาศเข้ามาแทนที่ชั้นถัดมาคือ คอร์กแคมเบียม หรือเฟลโลเจเน (phellogen) ทำหน้าที่สร้างเพริเดิร์ม และชั้นถัดมา คือ เฟลโลเดิร์ม (pheloderm) ซึ่งประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา



◀ ภาพที่ 1.7 เนื้อเยื่อเพริเดิร์ม (สีแดง) เนื้อเยื่อพาเรงคิมา (สีฟ้า)
ที่มา : <http://irreecenvhort.tjfas.ufl.edu>

6



นักเรียนควรรู้

- 1 **คิวทิน** เป็นสารที่พบในชั้นเคลือบผิวที่บริเวณใบ เรียกชั้นนี้ว่า คิวติเคิล (cuticle) คิวทินพบปะปนอยู่กับขี้ผึ้ง ทำให้เนื้อเยื่อส่วนนั้น ๆ มีสีขาววาว และป้องกันการระเหยของน้ำ
- 2 **ซูเบอร์ิน** เป็นสารที่มีลักษณะคล้ายขี้ผึ้ง อยู่ที่ผนังเซลล์ เช่น ที่ผนังเซลล์ของไม้คอร์ก

ข้อสอบเน้นการคิด

ข้อใดจับคู่เนื้อเยื่อ และประเภทของเนื้อเยื่อได้ถูกต้อง

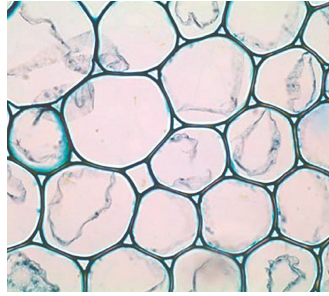
1. คอร์ก-เนื้อเยื่อถาวร
2. ไซเล็ม-เนื้อเยื่อเจริญ
3. พาเรงคิมา-เนื้อเยื่อเจริญ
4. เอพิเดอร์มิส-เนื้อเยื่อเจริญ
5. วาสคิวลาร์แคมเบียม-เนื้อเยื่อถาวร

(วิเคราะห์คำตอบ เนื้อเยื่อถาวร เช่น คอร์ก ไซเล็ม พาเรงคิมา เอพิเดอร์มิส ส่วนเนื้อเยื่อเจริญ เช่น วาสคิวลาร์แคมเบียม คอร์กแคมเบียม ดังนั้น ตอบข้อ 1.)



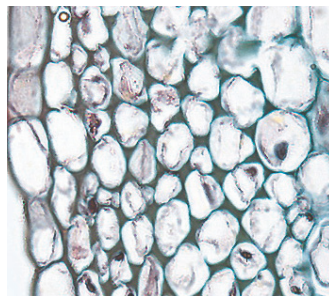
2. ระบบเนื้อเยื่อพื้นมี ดังนี้

1) พาราเรณิมา (parenchyma) ประกอบด้วยเซลล์พาราเรณิมา (parenchyma cell) ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีชีวิตภายในมีแวคิวโอลขนาดใหญ่ โดยทั่วไปมีผนังเซลล์ปฐมภูมิ และมีความหนาบางสม่ำเสมอทั้งเซลล์ ตัวเซลล์มีรูปร่างแตกต่างกันไป เช่น ค่อนข้างกลม ทรงกระบอกหรือรี เป็นต้น แต่ส่วนใหญ่จะมีรูปร่างค่อนข้างกลม การเรียงตัวของเซลล์จึงทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเซลล์ (intercellular space) ปรากฏอยู่เสมอ เซลล์พาราเรณิมาที่พบในบริเวณที่ต่างกัน อาจมีส่วนประกอบแตกต่างกัน จึงมีหน้าที่ได้หลากหลาย เช่น การสังเคราะห์ด้วยแสง สะสมอาหาร หรือสารต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช เป็นต้น



▲ ภาพที่ 8.8 เนื้อเยื่อพาราเรณิมา ที่มา : <http://learn.mindset.co.za>

2) คอลเลงคิมา (collenchyma) เป็นเนื้อเยื่อที่ให้ความแข็งแรงแก่โครงสร้างพืช พบมากบริเวณใต้ชั้นเอพิเดอร์มิสของลำต้น ก้านใบ และแผ่นใบ แต่ไม่พบในราก เกิดจากกลุ่มเซลล์ชนิดเดียวกันเรียกว่า เซลล์คอลเลงคิมา (collenchyma cell) ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีชีวิต



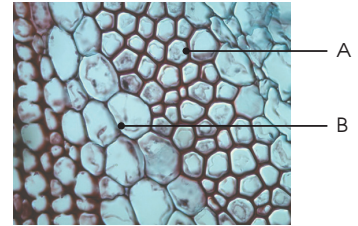
▲ ภาพที่ 1.9 เนื้อเยื่อคอลเลงคิมา ที่มา : <tp://biofile.ru/bio/17602.html>

เซลล์คอลเลงคิมามีลักษณะคล้ายกับเซลล์พาราเรณิมา แต่มีผนังเซลล์ปฐมภูมิค่อนข้างหนาและมีความหนาบางไม่สม่ำเสมอ ส่วนที่หนามักอยู่ตามมุมของเซลล์ ผนังเซลล์ประกอบด้วยเซลลูโลส (cellulose) กับเพกติน (pectin) นอกจากนี้ยังสามารถ ยึดตัวได้เมื่อพืชมีการเจริญเติบโต

ข้อสอบ

อธิบายความรู้

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการทำใบงาน เรื่อง ระบบเนื้อเยื่อพืช โดยนำภาพเนื้อเยื่อพืชตัวอย่างมาให้ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามว่าเป็นเนื้อเยื่อชนิดใด ตัวอย่างคำถาม เช่น บริเวณ A และ B คือเนื้อเยื่ออะไร



(แนวตอบ บริเวณ A คือ สเกลอเรณิมา เนื่องจากมีผนังเซลล์ค่อนข้างหนา ส่วนบริเวณ B คือ พาราเรณิมา เนื่องจากเซลล์ค่อนข้างกลม มีผนังเซลล์หนาบางสม่ำเสมอทั้งเซลล์)



Biology Focus

เซลลูโลส (cellulose)

เซลลูโลส (C₆H₁₀O₅)_n เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เกิดจากกลูโคสประมาณ 50,000 โมเลกุลมาเชื่อมต่อกันเป็นสายยาว แต่ละลายของเซลลูโลสเรียงขนานกัน มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างสาย ทำให้มีลักษณะเป็นเส้นใย สะสมไว้ในพืช ไม่พบในเซลล์สัตว์ เซลลูโลสไม่ละลายน้ำ และร่างกายของมนุษย์ไม่สามารถย่อยสลายได้ แต่เซลลูโลสจะช่วยให้การกระตุ้นลำไส้ใหญ่ให้เคลื่อนไหว ดูดซับน้ำได้ดี ทำให้อุจจาระอ่อนนุ่ม ซึ่งลดโอกาสการเป็นโรคริดสีดวงทวาร

ข้อสอบเน้น การคิด

ข้อใดไม่ใช่สมบัติของเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา

1. เป็นเซลล์ที่มีชีวิต
2. พบในบริเวณลำต้น ก้านใบ และแผ่นใบ
3. มักพบในบริเวณอวัยวะของพืชที่ไม่เจริญ
4. มีผนังเซลล์ปฐมภูมิหนาบางไม่สม่ำเสมอ
5. ช่วยสร้างความแข็งแรงให้กับโครงสร้างของพืช

วิเคราะห์คำตอบ เนื้อเยื่อคอลเลงคิมา เป็นเนื้อเยื่อที่มีผนังเซลล์ปฐมภูมิหนาบางไม่สม่ำเสมอ ส่วนที่หนามักอยู่ตามมุมของเซลล์ ทำหน้าที่สร้างความแข็งแรงให้กับโครงสร้างของพืช เช่น ลำต้น ก้านใบ แผ่นใบ ดังนั้น ตอบข้อ 3.)



เกร็ดแฉครู

ครูควรเปรียบเทียบเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ ในระบบเนื้อเยื่อพื้นเป็นตารางเปรียบเทียบ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความแตกต่างของเนื้อเยื่อในระบบนี้มากขึ้น

หัวข้อที่นำมาเปรียบเทียบ	พาราเรณิมา	คอลเลงคิมา	สเกลอเรณิมา
ความหนาบางของผนังเซลล์	สม่ำเสมอ	ไม่สม่ำเสมอ	หนามาก
หน้าที่	ทำหน้าที่หลากหลาย เช่น สังเคราะห์ด้วยแสง สะสมอาหาร	ให้ความแข็งแรงแก่โครงสร้างพืช	ช่วยพยุง และให้ความแข็งแรงแก่โครงสร้างพืช
การมีชีวิตของเซลล์	เป็นเซลล์ที่มีชีวิต	เป็นเซลล์ที่มีชีวิต	เป็นเซลล์ที่ไม่มีชีวิต



ขั้นสอน

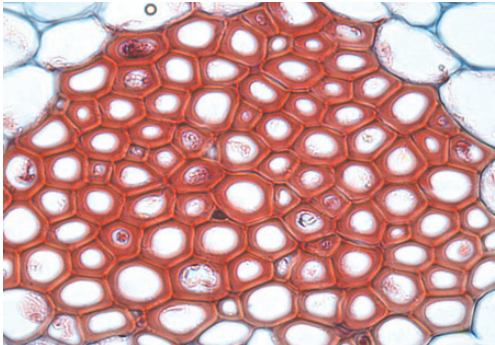
อธิบายความรู้

2. ให้นักเรียนทำกิจกรรม โดยครูทำฉลากที่มีชื่อเนื้อเยื่อ ได้แก่ เอพิเดอร์มิส เพริเดิร์ม พาเรงคิมา คอลเลงคิมา สเกลอเรนคิมา ไชเล็มและโฟลเอ็ม
3. ครูแจกฉลากให้กับนักเรียน โดยนักเรียนแต่ละคนจะได้รับฉลากชื่อเนื้อเยื่อเพียง 1 ชื่อ และห้ามให้เพื่อนเห็นฉลากของตนเอง
4. ครูพูดระบบเนื้อเยื่อถาวรแต่ละระบบ แล้วให้นักเรียนยืนขึ้นตามระบบที่นักเรียนได้รับฉลากเนื้อเยื่อนั้น จากนั้นจึงแสดงฉลากของตนเองให้เพื่อนดู
5. ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินว่าถูกหรือไม่อย่างไร

3) **สเกลอเรนคิมา (sclerenchyma)** เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ช่วยพยุงและให้ความแข็งแรงแก่ส่วนต่าง ๆ ของพืช ประกอบด้วยเซลล์ที่เรียกว่า เซลล์สเกลอเรนคิมา (sclerenchyma cell) ซึ่งเป็นเซลล์ที่ไม่มีชีวิต มีทั้งผนังเซลล์ปฐมภูมิและผนังเซลล์ทุติยภูมิที่ค่อนข้างหนา ประกอบด้วยเซลลูโลส (cellulose) ลิกนิน (lignin) เพกติน (pectin) และซูเบอร์ริน (suberin) เซลล์สเกลอเรนคิมาจำแนกออกเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะรูปร่างของเซลล์ ได้แก่ เซลล์เส้นใยหรือไฟเบอร์ (fiber) และสเกลอริต (sclereid) เซลล์ทั้ง 2 ชนิดมักพบในบริเวณหรืออวัยวะของพืชที่ไม่มีการเจริญเติบโตแล้ว เนื่องจากเซลล์ไม่สามารถยืดตัวได้ เช่น ส่วนที่แข็งของเปลือกไม้เปลือกเมล็ด เป็นต้น

Biology in real life

ในปัจจุบันกระดาษทำมาจากเปลือกไม้ ผ่านกระบวนการผลิตเยื่อให้เส้นใย ซึ่งประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส นอกจากนี้ยังมีลิกนิน ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมเส้นใยให้อยู่ด้วยกัน ในกระบวนการผลิตกระดาษ จำเป็นต้องกำจัดลิกนินออก เพราะหากมีลิกนินหลงเหลืออยู่ในกระดาษ เมื่อกระดาษถูกแสงจะทำให้กระดาษเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อได้รับแสง



◀ ภาพที่ 1.10 เซลล์เส้นใยหรือไฟเบอร์ เป็นเซลล์ที่มีรูปร่างเรียวยาว หัวท้ายแหลม
ที่มา : <https://kk.wikipedia.org>



◀ ภาพที่ 1.11 สเกลอริตมีรูปร่างหลายแบบ เช่น รูปหลายเหลี่ยม รูปดาว เป็นต้น
ที่มา : https://en.wikipedia.org/wiki/Ground_tissue

8



เกร็ดแะครู

ครูอาจนำสไลด์ตัวอย่างของเซลล์เส้นใย หรือไฟเบอร์ และสเกลอริต มาให้นักเรียนศึกษาเปรียบเทียบรูปร่าง ลักษณะ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้น หรือครูอาจหาภาพสเกลอริตที่มีรูปร่างต่าง ๆ เช่น รูปหลายเหลี่ยม รูปดาว มาให้นักเรียนได้ศึกษา

กิจกรรม สร้างเสริม

ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือ วารสารวิชาการ เพื่อศึกษาเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ ที่อยู่ภายในลำต้นและรากของพืชใบเลี้ยงคู่ แล้วเขียนเป็นรายงานใส่กระดาษ A4 ส่งครูผู้สอน

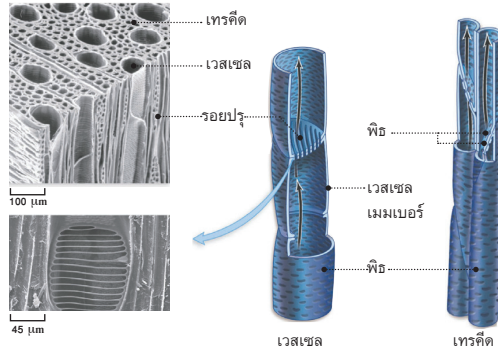
กิจกรรม ทำทาย

ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือ วารสารวิชาการ เพื่อสรุปสาระสำคัญ และจำแนกประเภทของเนื้อเยื่อพืชในรูปของผังมโนทัศน์ แล้วนำไปใช้ระบุประเภทเนื้อเยื่อที่อยู่ในส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืช ได้แก่ ลำต้น ราก และใบ ของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น ต้นไผ่ และพืชใบเลี้ยงคู่ เช่น ต้นมะม่วง



3. ระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง มีดังนี้

1) **ไซเล็ม (xylem)** เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและธาตุอาหารจากรากไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช ประกอบด้วยเซลล์หลายชนิด เช่น เซลล์พาเรงคิมา เซลล์ไฟเบอร์ เซลล์ที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำมี 2 ชนิด ได้แก่ เทรคีดและเซลล์ท่อลำเลียงน้ำหรือเวสเซลเมมเบอร์ (vessel member) เซลล์ทั้ง 2 ชนิด เมื่อเจริญเต็มที่ **ไม่มีชีวิตและมีผนังเซลล์หนา** ซึ่งเป็นผนังเซลล์ทุติยภูมิที่มีสารลิกนินมาสะสม ยกเว้นบริเวณ **พิต** (pith) ซึ่งเป็นบริเวณผนังเซลล์ที่บาง ส่งผลให้น้ำสามารถไหลผ่านจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งได้ ลักษณะของเทรคีดและเวสเซลเมมเบอร์จะแตกต่างกัน โดย **เทรคีด (tracheid)** เป็นเซลล์ที่มีรูปร่างยาวส่วนปลายค่อนข้างแหลม ไม่พบช่องทะลุที่หัวท้ายของเซลล์ส่วนเวสเซลเมมเบอร์มีรูปร่างค่อนข้างยาวแต่สั้นกว่าเทรคีด และมักมีขนาดใหญ่กว่า บริเวณด้านหัวและท้ายของเซลล์มีช่องทะลุถึงกัน ซึ่งมีลักษณะเป็นรอยปรุหรือรูพรุน (perforation plate) เมื่อเวสเซลเมมเบอร์หลาย ๆ เซลล์เรียงต่อกันจะมีลักษณะคล้ายท่อน้ำเรียกว่า **เวสเซล (vessel)** ทำให้ลำเลียงน้ำได้อย่างต่อเนื่อง



▲ ภาพที่ 1.12 ลักษณะของเทรคีด และเวสเซลเมมเบอร์ ที่มา : <http://intranet.tdmu.edu.ua>

2) **โฟลเอ็ม (phloem)** เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ลำเลียงอาหารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช เซลล์ที่ทำหน้าที่ลำเลียงอาหาร คือ เซลล์ท่อลำเลียงอาหาร หรือซีฟทิวบ์เมมเบอร์ (sieve tube member) เป็นเซลล์ที่มีชีวิต มีรูปร่างของเซลล์เป็นทรงกระบอก เมื่อเจริญเต็มที่ **จะไม่มีนิวเคลียสแต่ยังคงมีชีวิตอยู่** มีแวคิวโอลขนาดใหญ่ที่มีอาหารอยู่ใน ผนังเซลล์ปฐมภูมิของซีฟทิวบ์เมมเบอร์จะบาง พบรูเล็ก ๆ อยู่เป็นกลุ่มบริเวณผนังด้านหัวท้ายของเซลล์ ทำให้หัวท้ายของเซลล์มีลักษณะเป็นแผ่นตะแกรงหรือซีฟเพลต (sieve plate) หากซีฟทิวบ์เมมเบอร์หลาย ๆ เซลล์เรียงต่อกันเรียกว่า **ท่อลำเลียงอาหารหรือซีฟทิวบ์ (sieve tube)**

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ

1. ให้นักเรียนทำผังมโนทัศน์สรุปจำแนกประเภทและสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช ลงในกระดาษ A4 พร้อมนำเสนอในรูปแบบที่สวยงาม
2. ให้นักเรียนทำ Topic Question
3. ครูมอบหมายการบ้านให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในแบบฝึกหัดชีววิทยา ม.5 เล่ม 1

ข้อสอบเน้น การคิด

ข้อใดจับคู่เนื้อเยื่อ และหน้าที่ได้ถูกต้อง

1. ไซเล็ม-ลำเลียงอาหารและน้ำ
2. คอร์ก-ป้องกันเนื้อเยื่อที่อยู่ภายใน
3. โฟลเอ็ม-ลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร
4. เอพิเดอร์มิส-เพิ่มความแข็งแรงแก่พืช
5. พาเรงคิมา-ป้องกันการระเหยของน้ำที่อยู่ภายในเซลล์

วิเคราะห์คำตอบ ไซเล็ม ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร คอร์ก ทำหน้าที่ป้องกันเนื้อเยื่อที่อยู่ภายใน โฟลเอ็ม ทำหน้าที่ลำเลียงอาหาร เอพิเดอร์มิส ทำหน้าที่เป็นเนื้อเยื่อผิวให้กับส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืช และพาเรงคิมา เป็นเนื้อเยื่อพื้นที่ทำหน้าที่หลากหลาย เช่น สังเคราะห์ด้วยแสง สะสมอาหาร ดังนั้น ตอบข้อ 2.)



นักเรียนควรรู้

1) **พิต** คือ เนื้อเยื่อบริเวณกลางลำต้นและรากซึ่งเป็นเซลล์ที่มีผนังเซลล์บางในพืชบางชนิดเมื่อมีอายุมากขึ้น ไซโตไคนซินจะสลายตัวไปกลายเป็นช่องกลางลำต้น เช่น ต้นไม้ มะละกอ



สื่อ Digital

สื่อดิจิทัล ครูอาจแนะนำให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับเนื้อเยื่อของพืชได้จาก youtube เรื่อง เนื้อเยื่อพืช วิทยาศาสตร์ ม.4-6 (ชีววิทยา) (<https://www.youtube.com/watch?v=8mwNf2ml090>)



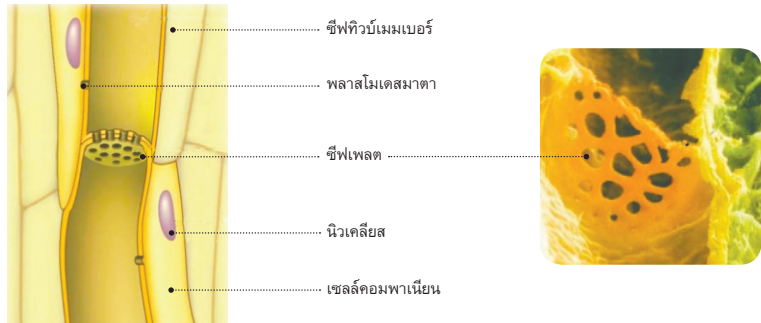


ขั้นประเมิน

ตรวจสอบผล

1. ครูตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน
2. ครูตรวจใบงาน เรื่อง เนื้อเยื่อเจริญของพืช
3. ครูตรวจใบงาน เรื่อง ระบบเนื้อเยื่อถาวรของพืช
4. ครูตรวจแบบฝึกหัด
5. ครูประเมินการนำเสนอผลงาน
6. ครูประเมินผังมโนทัศน์
7. ครูประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

นอกจากเซลล์ที่กล่าวมาแล้ว ยังพบเซลล์ประกบหรือเซลล์คอมพาทเนียน (companion cell) ที่ประกบติดกับซีฟทีวี่บ์เมมเบอร์เสมอ เนื่องจากเซลล์ทั้งสองกำเนิดมาจากเซลล์เจริญเซลล์เดียวกัน ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของซีฟทีวี่บ์เมมเบอร์ และอาจพบเซลล์พาเรงคิมาและเซลล์ไฟเบอร์แทรกตัวอยู่ในเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารได้เช่นเดียวกับเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำ



▲ ภาพที่ 1.13 ลักษณะของโฟลเอ็มภาวาท (ซ้าย) ภาพที่ถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (ขวา)
ที่มา : www.slideshare.net

Topic Question

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. เนื้อเยื่อเจริญแตกต่างกับเนื้อเยื่อถาวรอย่างไร จงยกตัวอย่างเนื้อเยื่อแต่ละชนิด
2. เนื้อเยื่อถาวรชนิดหนึ่ง มีน้ำตาลสะสมอยู่ ฟังก์ชันเซลล์มีความหมายบางสม่ำเสมอ เนื้อเยื่อชนิดนี้คืออะไร
3. เนื้อเยื่อในลำต้นของต้นไม้กับต้นถั่วมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
4. เนื้อเยื่อไซเล็มและโฟลเอ็มทำหน้าที่อะไร และประกอบด้วยเซลล์อะไรบ้าง
5. เมื่อนำเนื้อเยื่อบริเวณลำต้นมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จะทราบได้อย่างไรว่า เนื้อเยื่อบริเวณนี้เป็นเนื้อเยื่อไซเล็ม หรือโฟลเอ็ม

10



แนวทางการวัดและประเมินผล

ครูวัดและประเมินผลความเข้าใจในเนื้อหา เรื่อง เนื้อเยื่อพืช จากแบบประเมินผังมโนทัศน์ โดยศึกษาเกณฑ์การวัดและประเมินผลที่อยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

แบบประเมินความรู้ก่อนเรียน และ 9.1.5.4.1						
สมรรถนะที่ 1: การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต						
ลำดับ	รายการประเมิน	ผลสัมฤทธิ์				
		A	B	C	D	E
1	การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต					
2	การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต					
3	การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต					
4	การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต					
รวม						
ชื่อ						
ชื่อ						
แบบประเมินความรู้หลังเรียน						
ลำดับ	รายการประเมิน	ผลสัมฤทธิ์				
		A	B	C	D	E
1	การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต					
2	การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต					
3	การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต					
4	การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต					
รวม						
ชื่อ						
ชื่อ						

คำตอบ Topic Question

1. เนื้อเยื่อเจริญมีสมบัติแบ่งเซลล์ได้ เช่น คอร์กแคมเบียม วาสคิวลาร์แคมเบียม แต่เนื้อเยื่อถาวรพัฒนามาจากเนื้อเยื่อเจริญที่มีรูปร่างและหน้าที่เฉพาะ เช่น พาเรงคิมา ไซเล็ม โฟลเอ็ม
2. พาเรงคิมา
3. แตกต่างกัน ลำต้นของต้นไม้ไม่มีเนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ และลำต้นของต้นไม้มีเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง
4. เนื้อเยื่อไซเล็ม ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร ประกอบด้วย เวลเซล เทรคีดไฟเบอร์ และพาเรงคิมา ส่วนเนื้อเยื่อโฟลเอ็ม ทำหน้าที่ลำเลียงอาหารประเภทน้ำตาล ประกอบด้วย ซีฟทีวี่บ์ เซลล์คอมพาทเนียน ไฟเบอร์ และพาเรงคิมา
5. เนื้อเยื่อไซเล็มเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบไปด้วยเซลล์ที่ไม่มีชีวิต มีรูปร่างทรงกระบอกและรูปทรงกระสวย ภายในเซลล์มักมีรูพรุน ส่วนโฟลเอ็มประกอบด้วยเซลล์ที่ยังคงมีชีวิต มีรูปร่างเป็นทรงกระบอก หัวท้ายเซลล์มีรูเล็ก ๆ คล้ายตะแกรง มักประกบคู่กับเซลล์ที่มีนิวเคลียส

Prior Knowledge

อวัยวะของพืชทำงานสัมพันธ์กันอย่างไร ?

อวัยวะของพืชทำงานสัมพันธ์กันอย่างไร ?

2. อวัยวะและหน้าที่ของอวัยวะของพืช

เมื่อเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ มาประกอบกันเป็นอวัยวะที่สำคัญของพืช ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ และดอก โดยอวัยวะแต่ละส่วนมีหน้าที่เฉพาะที่แตกต่างกัน แต่ทั้งหมดทำงานสัมพันธ์กัน เพื่อให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้

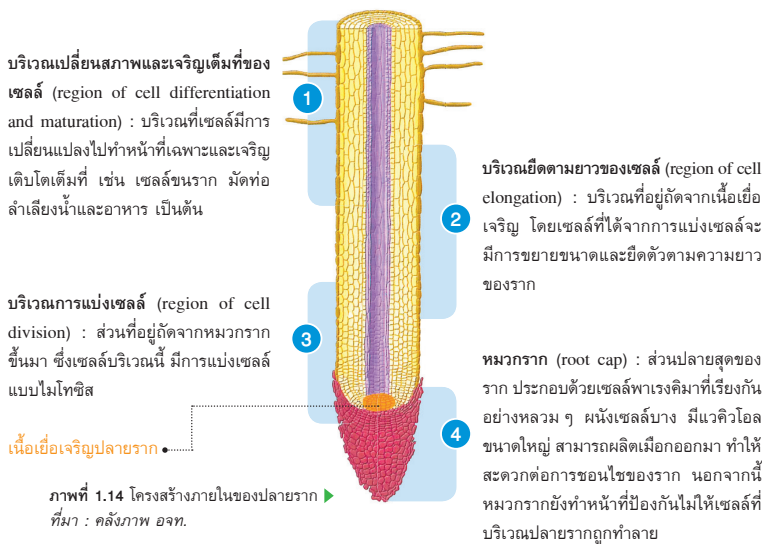
2.1 โครงสร้างและหน้าที่ของราก

รากเป็นอวัยวะแรกที่ยื่นออกมาจากเมล็ด และเมื่อรากงอกออกจากเมล็ดแล้ว จะมีการเจริญเติบโตโดยมีขนาด ความยาว และจำนวนที่เพิ่มขึ้น โดยทั่วไปรากเจริญอยู่ที่ระดับผิวดิน ทำหน้าที่ดูดซึมน้ำและธาตุอาหาร รวมทั้งสารอาหารต่าง ๆ ที่อยู่ใต้นดินไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืช นอกจากนี้รากช่วยค้ำจุน หรือช่วยยึดส่วนของพืชที่อยู่เหนือดินให้คงตัวอยู่กับที่ได้

เมื่อนำปลายรากมาตัดตามยาวและตัดตามขวาง แล้วศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะเห็นโครงสร้างภายในของปลายราก ดังนี้

1. โครงสร้างภายในของปลายรากที่ตัดตามยาว

โครงสร้างบริเวณปลายราก



โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก 11

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ

1. ครูถามคำถาม prior knowledge
2. กระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยนำภาพเกี่ยวกับการเจริญของรากต้นถั่วมาให้นักเรียนศึกษา โดยมีแนวภาพ ดังนี้



3. หลังจากดูภาพ ครูสุ่มเรียกเลขที่ของนักเรียนประมาณ 3-4 คน เพื่อตอบคำถามคนละ 1 ข้อ โดยมีแนวคำถาม ดังนี้

- การเจริญของรากต้นถั่วเป็นอย่างไร (แนวตอบ ยาวขึ้นและมีขนาดใหญ่ขึ้น)
- รากของต้นถั่วประกอบด้วยเนื้อเยื่อประเภทใด ยกตัวอย่างชนิดของเนื้อเยื่อมาอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง (แนวตอบ เนื้อเยื่อเจริญ ได้แก่ เนื้อเยื่อเจริญปลายราก เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง หรือวาสคิวลาร์แคมเบียม และเนื้อเยื่อถาวร เช่น เซลล์ขนราก ท่อไซเล็ม โพลีเอม เป็นต้น)
- รากทำหน้าที่อะไรบ้าง นอกจากดูดน้ำและธาตุอาหาร (แนวตอบ พิจารณาคำตอบของนักเรียนแนวทางในการตอบ เช่น สะสมอาหาร หายใจ พงษ์ลำต้น เป็นต้น)

แนวตอบ Prior Knowledge

อวัยวะของพืชประกอบด้วย ราก ลำต้น ใบ และดอก ซึ่งแต่ละอวัยวะต่างทำงานสัมพันธ์กัน โดยรากเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่ดูดน้ำและธาตุอาหารที่อยู่ภายในดินลำเลียงไปสู่ใบเพื่อเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อผลิตอาหารให้กับพืช แล้วลำเลียงผ่านลำต้นไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืช

ข้อสอบเน้น การคิด

ข้อใดคือหน้าที่ของหมวกราก

1. ทำหน้าที่ยึดเกาะ ช่วยพยุงลำต้นพืชให้ตั้งตรง
2. ทำหน้าที่แบ่งเซลล์ ส่งผลให้รากพืชมีความยาวมากขึ้น
3. ทำหน้าที่ขบไช และป้องกันไม่ให้เซลล์บริเวณปลายรากถูกทำลาย
4. ทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง เนื่องจากภายในหมวกรากมีคลอโรพลาสต์
5. ทำหน้าที่แบ่งเซลล์ด้านข้าง ส่งผลให้รากพืชมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น

(วิเคราะห์คำตอบ หมวกราก คือ ส่วนปลายสุดของรากที่สามารถผลิตเมือก (mucilage) ออกมา ทำให้รากพืชขบไชไปในดินได้สะดวกขึ้น และป้องกันไม่ให้เซลล์ที่อยู่บริเวณปลายรากถูกทำลาย ดังนั้น ตอบข้อ 3.)



เกร็ดแฉะครู

ก่อนเข้าสู่บทเรียนครูอาจเตรียมชุดสาธิตการทดลองเพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญและหน้าที่หลักของรากพืช โดยครูอาจนำพืชที่มีดอกสีขาว และยังคงมีรากติดอยู่มาปลูกลงดินในกระถางที่ 1 และอีกชุดการทดลองนำพืชชนิดเดียวกันแต่ตัดรากพืชออก เหลือเพียงลำต้นมาปลูกลงดินในกระถางที่ 2 แล้วรดน้ำที่มีสีผสมอาหาร แล้วให้เรียนร่วมกันศึกษาและเปรียบเทียบพืชในกระถางที่ 1 และ 2



ข้อสอบ

สำรวจค้นหา

- ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล หรือศึกษาเนื้อหาและภาพโครงสร้างภายในของปลายรากที่ตัดตามขวางในหนังสือเรียนชีววิทยา ม.5 เล่ม 1
- ครูถามนักเรียนว่าโครงสร้างภายในรากที่ตัดตามขวางแบ่งออกเป็นกี่ชั้น ได้แก่อะไรบ้าง (แนวตอบ 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นนอกสุด หรือเอพิเดอร์มิส ชั้นถัดเข้ามา หรือชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นในสุด หรือชั้นสตีล)
- ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีหน้าที่ศึกษาหัวข้อ ดังนี้
 - กลุ่มที่ 1 ศึกษารายละเอียดภายในชั้นเอพิเดอร์มิส
 - กลุ่มที่ 2 ศึกษารายละเอียดภายในชั้นคอร์เทกซ์
 - กลุ่มที่ 3 ศึกษารายละเอียดภายในชั้นสตีล
- เมื่อแต่ละกลุ่มสืบค้นและศึกษาข้อมูลแล้ว ให้นักเรียนจับกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน โดยสมาชิกภายในกลุ่มต้องมาจากกลุ่มที่ศึกษารายละเอียดภายในชั้นเอพิเดอร์มิส คอร์เทกซ์ และสตีล ตามลำดับ

2. โครงสร้างภายในของปลายรากที่ตัดตามขวาง



โครงสร้างภายในของรากพืช

1 เอพิเดอร์มิส (epidermis)

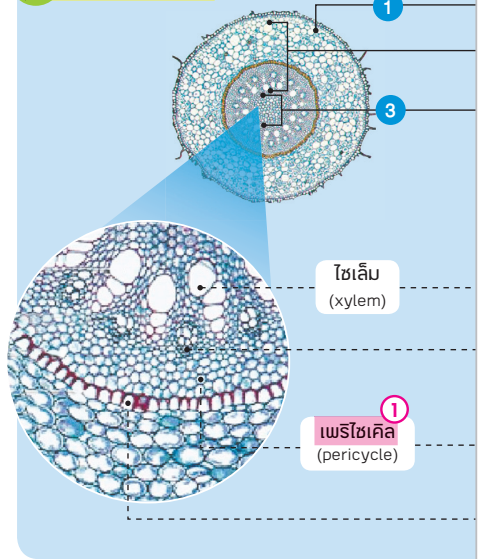
เป็นชั้นที่อยู่นอกสุด เซลล์จะเรียงตัวเป็นแถวเดียว โดยมีคิวติน (cutin) เคลือบอยู่บนผนังชั้นนอกของเซลล์ ช่วยป้องกันเนื้อเยื่อภายใน เนื่องจากเซลล์ในชั้นนี้มีผนังเซลล์บาง บางส่วนของเซลล์ในชั้นนี้จะยื่นออกไปทำหน้าที่ ดูดน้ำและธาตุอาหารต่าง ๆ เรียกรวมกันว่า บริเวณขนราก (root hair zone)

2 คอร์เทกซ์ (cortex)

เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากชั้นเอพิเดอร์มิส ส่วนใหญ่ประกอบด้วยเซลล์พาราเควอมา เรียงตัวกันหลายแถวไม่มีคลอโรพลาสต์ทำหน้าที่สะสมอาหาร ซึ่งชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็กเรียงตัวแถวเดียว เรียกว่า เอนโดเดมิส (endodermis) ซึ่งมีสารซูเบอร์ริน (suberin) มาสะสมเป็นแถบเรียกว่า แถบแคสพาเรียน หรือแคสพาเรียนสตริบ (casparian strip) ทำหน้าที่ยับยั้งการเคลื่อนที่ของน้ำและธาตุอาหาร เมื่อเซลล์มีอายุมากขึ้นจะมีลิกนินมาสะสม จะเห็นชัดเจนในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว



พืชใบเลี้ยงเดี่ยว

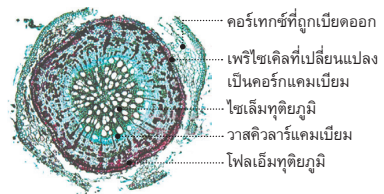


▲ ภาพที่ 1.15 โครงสร้างภายในของปลายรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ ที่มา : คลังภาพ อจท.



การเติบโตทุติยภูมิของราก

- ส่วนใหญ่พบในพืชใบเลี้ยงคู่ ไม่พบการเจริญเติบโตทุติยภูมิในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เกิดจากการสร้างเนื้อเยื่อถาวรเพิ่มจากการแบ่งเซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญด้านข้างของราก คือ วาสคิวลาร์แคมเบียมและคอร์กแคมเบียม



▲ ภาพที่ 1.16 การเติบโตทุติยภูมิของรากพืชใบเลี้ยงคู่ ที่มา : <http://www.nana-bio.com>



นักเรียนควรรู้

1 เพรไซเคิล ประกอบด้วยเซลล์พาราเควอมา เป็นส่วนใหญ่เซลล์เรียงเป็นวงโดยรอบ อาจมีชั้นเดียวหรือหลายชั้น ชั้นนี้อยู่ด้านนอกสุดของสตีล เพรไซเคิลพบเฉพาะในรากเท่านั้น และเห็นชัดเจนในรากพืชใบเลี้ยงคู่ และเป็นแหล่งกำเนิดรากแขนงที่แตกออกทางด้านข้าง มีการเจริญเติบโตทุติยภูมิ (secondary growth) สามารถเจริญเป็นคอร์กแคมเบียมได้

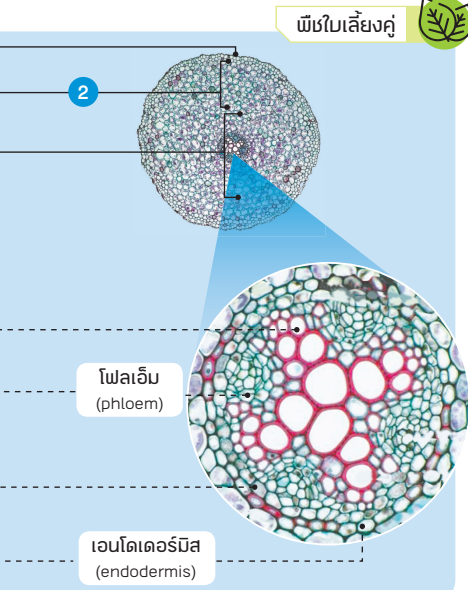
ข้อสอบเน้นการคิด

ข้อใดเรียงลำดับการเติบโตทุติยภูมิของรากพืชจากชั้นนอกไปยังชั้นในได้ถูกต้อง

1. วาสคิวลาร์แคมเบียม โพลเอมปริมูมิ โพลเอมทุติยภูมิ
2. วาสคิวลาร์แคมเบียม โพลเอมทุติยภูมิ โพลเอมปริมูมิ
3. วาสคิวลาร์แคมเบียม ไชเล็มปริมูมิ ไชเล็มทุติยภูมิ
4. วาสคิวลาร์แคมเบียม ไชเล็มทุติยภูมิ ไชเล็มปริมูมิ
5. วาสคิวลาร์แคมเบียม โพลเอมปริมูมิ ไชเล็มทุติยภูมิ

(วิเคราะห์คำตอบ วาสคิวลาร์แคมเบียมจะแบ่งเซลล์สร้างไชเล็มทุติยภูมิตันให้ไชเล็มปริมูมิเข้าสู่ด้านใน ดังนั้น ตอบข้อ 4.)





พืชใบเลี้ยงคู่

2

โฟลเอ็ม (phloem)

เอนโดเดอร์มิส (endodermis)

3 สตีล (stele)

เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากชั้นเอนโดเดอร์มิสเข้าไป ประกอบด้วยเนื้อเยื่อหลายชนิด ได้แก่

- เพริไซเคิล (pericycle)** : ประกอบด้วยเซลล์พาราเรจมาเรียงเป็นวงชั้นเดียว หรือหลายชั้นแล้วแต่ชนิดพืช เซลล์สามารถเปลี่ยนสภาพเป็นเนื้อเยื่อเจริญและเกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้อีก ทำให้เกิดรากแขนง
- มัดท่อลำเลียง (vascular bundle)** : ประกอบด้วยโฟลเอ็มปฐมภูมิ (primary phloem) และไซเล็มปฐมภูมิ (primary xylem) โดยไซเล็มเรียงตัวเป็นแฉก (arch) อยู่ตรงกลางของราก และมีโฟลเอ็มอยู่ระหว่างแฉก ซึ่งพืชแต่ละชนิดจะมีจำนวนแฉกของไซเล็มแตกต่างกัน โดยพืชใบเลี้ยงคู่จะมีจำนวนแฉกมากกว่าพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
 - ไซเล็ม (xylem)** : ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร ประกอบด้วยเซลล์หลายชนิด ได้แก่ เวสเซลเมมเบอร์ เทรทิด เซลล์พาราเรจมา และเซลล์ไฟเบอร์ เวสเซลเมมเบอร์เรียงต่อกันเป็นท่อยาว โดยน้ำจะผ่านทางช่องท่อหัวท้ายของเวสเซลเมมเบอร์เซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง ส่วนเตรทิดไม่พบช่องท่อที่หัวท้ายของเซลล์ น้ำจึงไหลผ่านจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งได้ทางพิธ
 - โฟลเอ็ม (phloem)** : ทำหน้าที่ลำเลียงอาหาร โดยอาหารถูกลำเลียงผ่านซีฟเพลตเข้าสู่ซีฟทิวบ์เมมเบอร์ถัดไป โดยมีเซลล์คอมพานีเยนควบคุมการลำเลียง นอกจากนี้ ยังพบเซลล์พาราเรจมาและเซลล์ไฟเบอร์แทรกอยู่ด้วย
- พิธ (pith)** : อยู่บริเวณตรงกลางของรากที่ไม่ใช่ไซเล็มปฐมภูมิ ส่วนใหญ่พบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว แต่ไม่พบในพืชใบเลี้ยงคู่

- วาสคิวลาร์แคมเบียมเปลี่ยนสภาพมาจากเซลล์ระหว่างไซเล็มปฐมภูมิ กับโฟลเอ็มปฐมภูมิแบ่งเซลล์สร้างไซเล็มทุติยภูมิ (secondary xylem) ทางด้านใน และสร้างโฟลเอ็มทุติยภูมิ (secondary phloem) ทางด้านนอก
- ในพืชใบเลี้ยงคู่ เพริไซเคิลเปลี่ยนสภาพเป็นคอร์กแคมเบียมทำให้เกิดการเติบโตทุติยภูมิ สร้างคอร์กแทนเนื้อเยื่อเดิม

ข้อสอบ

อธิบายความรู้

1. ให้สมาชิกภายในกลุ่มอธิบายสิ่งที่ตนเองศึกษาให้เพื่อนฟังภายในกลุ่มให้เข้าใจ
2. ครูแจกใบงาน เรื่อง โครงสร้างภายในของรากพืช แล้วให้แต่ละกลุ่มศึกษาคำชี้แจง และลงมือปฏิบัติ
3. ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอคำตอบในใบงาน โดยครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยและอภิปรายคำตอบ
4. ให้นักเรียนทุกคนสรุปความรู้ที่ได้จากการทำใบงานลงในสมุดบันทึก

ข้อสอบเน้น การคิด

ข้อใดเรียงลำดับการเติบโตทุติยภูมิของรากพืชจากชั้นนอกไปยังชั้นในได้ถูกต้อง

1. ไซเล็มปฐมภูมิ ไซเล็มทุติยภูมิ วาสคิวลาร์แคมเบียม
2. ไซเล็มทุติยภูมิ ไซเล็มปฐมภูมิ วาสคิวลาร์แคมเบียม
3. โฟลเอ็มปฐมภูมิ โฟลเอ็มทุติยภูมิ วาสคิวลาร์แคมเบียม
4. โฟลเอ็มทุติยภูมิ โฟลเอ็มปฐมภูมิ วาสคิวลาร์แคมเบียม
5. วาสคิวลาร์แคมเบียม โฟลเอ็มปฐมภูมิ โฟลเอ็มทุติยภูมิ

วิเคราะห์คำตอบ วาสคิวลาร์แคมเบียมจะแบ่งเซลล์ สร้างโฟลเอ็มทุติยภูมิด้านโฟลเอ็มปฐมภูมิออกสู่ด้านนอก ดังนั้น ตอบข้อ 3.)



เกร็ดแะครู

ครูอาจแนะนำให้นักเรียนศึกษาภาพโครงสร้างภายในรากที่ตัดตามขวางในหนังสือเรียนชีววิทยา เพื่อให้นักเรียนศึกษาองค์ประกอบ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างโครงสร้างภายในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ก่อนทำกิจกรรม



ข้อสอบ

สำรวจค้นหา

1. ครูนำภาพ เกี่ยวกับประเภทของรากพืชมาให้ นักเรียนศึกษา โดยมีแนวทาง ดังนี้



2. หลังจากดูภาพ ครูถามคำถามนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ หรือจาก หนังสือเรียนชีววิทยา ม.5 เล่ม 1 โดยมีแนว คำถาม ดังนี้

- จากภาพ รากทั้งสองมีลักษณะแตกต่างกัน อย่างไร

(แนวตอบ ภาพซ้าย รากมีขนาดใหญ่และเรียวยาว เล็กๆ และภาพขวา รากมีการแตกแขนงออกไป)

- ภาพซ้ายเป็นรากประเภทใด

(แนวตอบ รากแก้ว หรือรากปฐมภูมิ)

- ภาพขวาเป็นรากประเภทใด

(แนวตอบ รากแขนง หรือรากทุติยภูมิ)

- ภาพซ้ายเป็นรากที่มีแหล่งกำเนิดมาจากอะไร

(แนวตอบ รากแรกเกิด หรือแรดิเคิล)

- ภาพขวาเป็นรากที่มีแหล่งกำเนิดมาจากอะไร

(แนวตอบ เพริไซเคิล)

3. **หน้าที่และชนิดของราก** รากเป็นอวัยวะแรกที่งอกออกจากเมล็ด รากในระยะแรกจะเรียกว่า **แรดิเคิล (radical)** ซึ่งจะเจริญไปเป็นรากแก้ว ส่วนมารากแก้วในพืชใบเลี้ยงคู่จะเจริญเติบโตเพิ่มความยาวไปเรื่อยๆ และมีการสร้างรากสาขาที่เรียกว่า **รากแขนง** ขณะที่พืชใบเลี้ยงเดี่ยว รากแก้วจะหยุดการเจริญเติบโตตั้งแต่พืชยังเล็ก แต่จะมีรากพิเศษเกิดขึ้นแทน หากแบ่งรากที่ขดตามการกำเนิดจะแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) **รากปฐมภูมิ (primary root)** เป็นรากที่เกิดมารากแรกเกิดหรือแรดิเคิล ในขณะที่เป็นเอ็มบริโออยู่ในเมล็ดแล้วเจริญเติบโตยาวออกมา ซึ่งจะติดอยู่กับลำต้น มีขนาดใหญ่และเรียวยาวลงเรื่อยๆ หรือที่เรียกว่า **รากแก้ว (tap root)**

2) **รากทุติยภูมิ (secondary root)** เป็นรากที่เจริญจากรากแก้วอีกทีหนึ่ง เรียกว่า **รากแขนง (lateral root)** ซึ่งจะมีการแตกแขนงออกไปได้อีก โดยรากแขนงนี้จะแตกออกจากส่วนเพริไซเคิลของราก

3) **รากพิเศษหรือรากวิสามัญ (adventitious root)** เป็นรากที่เกิดจากกิ่ง ใบ หรือลำต้น ซึ่งไม่ได้เกิดมารากแรดิเคิลหรือรากแก้วโดยตรง สามารถแยกเป็นชนิดต่างๆ ได้ตามรูปร่างและหน้าที่ ดังนี้



▲ ภาพที่ 8.17 รากฝอย
ที่มา : <https://bullsapbio.wordpress.com>

รากฝอย (fibrous root)

รากเส้นเล็ก ๆ จำนวนมาก ซึ่งงอกออกมาจากรอบโคนต้นแทนรากแก้วที่ฝ่อไป หรือที่หยุดเจริญเติบโตไป ส่วนใหญ่พบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว



▲ ภาพที่ 8.18 รากเกาะ
ที่มา : www.murvegetalpatrickblanc.com

รากเกาะ (climbing root)

รากที่แตกออกมาจากบริเวณข้อของลำต้น แล้วมาเกาะตามหลักหรือเสา เพื่อพยุงลำต้นให้มั่นคงและชูลำต้นขึ้นที่สูง เช่น รากของพญาพิทักษ์ไทย กล้วยไม้ เป็นต้น

14



เกร็ดแะครู

ครูอาจแนะนำนักเรียนเพิ่มเติมว่า รากพืชบางชนิดทำหน้าที่ได้หลากหลาย เช่น รากกล้วยไม่มีสีเขียว นอกจากช่วยในการสังเคราะห์ด้วยแสงแล้ว ยังพบว่า มีเยื่อพิเศษลักษณะนุ่มคล้ายฟองน้ำ ซึ่งเป็นเซลล์พาเรงคิมาที่เรียงตัวกันอย่างหลวมๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์จำนวนมาก เรียกว่า นวม (velamen) ฟูอยู่ตามขอบนอกของราก ช่วยดูดน้ำ รักษาความชื้นให้แก่ราก และช่วยในการหายใจ

ข้อสอบเน้นการคิด

ข้อใดคือไม่ใช่ความแตกต่างระหว่างระหว่างรากปฐมภูมิกับรากทุติยภูมิ

1. จำนวนราก
2. ชนิดของพืช
3. หน้าที่ของราก
4. รูปร่างของราก
5. แหล่งกำเนิดของราก

(วิเคราะห์คำตอบ รากปฐมภูมิเกิดมารากแรกเกิด หรือแรดิเคิล มีขนาดใหญ่ เรียวเล็กส่วนมากพบในพืชใบเลี้ยงคู่ รากทุติยภูมิเกิดมารากแก้ว ซึ่งแตกแขนงออกมาจากเพริไซเคิล ดังนั้น ตอบข้อ 3.)



▲ ภาพที่ 1.19 รากค้ำจุน
ที่มา : www.murvegetalpatrickblanc.com

รากค้ำจุน (prop root)

รากที่แตกออกมาจากข้อของลำต้นที่อยู่ใต้ดิน และเหนือดินขึ้นมาเล็กน้อย พุ่งแทงลงไปในดิน เพื่อพยุงลำต้นไม่ให้ล้ม พบในพืชบริเวณที่มีน้ำท่วมขังตลอดเวลา หรือที่พื้นเป็นดินโคลน เช่น ต้นลำแพน โกงกาง เป็นต้น



▲ ภาพที่ 1.20 รากอากาศ
ที่มา : www.gardensonline.com.au

รากอากาศ (aerial root)

รากที่แตกออกมาจากบริเวณข้อของลำต้น แล้วห้อยลงมาในอากาศ ไม่เจริญลงดิน ทำหน้าที่ดูดความชื้นในอากาศ และส่วนปลายยังสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ เช่น รากกล้วยไม้ รากไทร เป็นต้น



▲ ภาพที่ 1.21 รากหายใจ
ที่มา : <http://www.sq.usace.army.mil>

รากหายใจ (aerating root)

รากที่ปลายรากโผล่ขึ้นมาเหนือพื้นดิน หรือเหนือผิวน้ำ เพื่อทำหน้าที่หายใจ และช่วยดักตะกอนรวมทั้งอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ ตามพื้นที่ชายฝั่งเอาไว้ พบในพืชบางชนิดบริเวณป่าชายเลน เช่น รากต้นแสม ลำพู เป็นต้น



▲ ภาพที่ 1.22 รากสะสมอาหาร
ที่มา : <https://www.lovethegarden.com>

รากสะสมอาหาร (storage root)

รากที่ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหาร ทำให้มีลักษณะอวบอ้วน มักเรียกว่า หัว เช่น แครอท มันเทศ มันสำปะหลัง เป็นต้น

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา

- ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน ทำใบงาน เรื่อง ประเภทของราก ตอนที่ 1
- ให้นักเรียนกลุ่มเดิมร่วมกันสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับรากพิเศษ หรือรากวิสามัญ แล้วทำใบงานในตอนที่ 2
- ส่งตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอใบงาน
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้จากการทำใบงาน

กิจกรรม สร้างเสริม

ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือ วารสารวิชาการ เป็นต้น เพื่อศึกษาหน้าที่ของรากพิเศษ หรือรากวิสามัญ แล้วนำมาเขียนสรุปเป็นผังมโนทัศน์ลงในกระดาษ A4 พร้อมนำเสนอในรูปแบบที่สวยงาม

กิจกรรม ทำทาย

ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือ วารสารวิชาการ เป็นต้น เพื่อสรุปสาระสำคัญและจำแนกความแตกต่างของโครงสร้างเนื้อเยื่อภายในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ แล้วสรุปลงในกระดาษ A4 พร้อมตกแต่งในรูปแบบที่สวยงาม



เกร็ดแะครู

ครูอาจแนะนำเพิ่มเติมว่า มีรากบางชนิดเป็นปรสิต เรียกว่า รากกาฝาก (parasitic root) ซึ่งเป็นรากของพืชที่ไปเกาะกับต้นพืชชนิดอื่น แล้วมีรากเล็ก ๆ แตกออกมาเป็นกระจุกแทงลงไปใกล้ต้นจนถึงท่อลำเลียงเพื่อแย่งอาหาร เช่น รากของต้นกาฝาก ต้นฝอยทอง เป็นต้น ดังภาพ





ขั้นสอน

สำรวจค้นหา

- ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน เพื่อทำกิจกรรม การเจริญของรากพืช ในหนังสือเรียนชีววิทยา ม.5 เล่ม 1
- ครูใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ : เทคนิคคูคิดสี่สหาย มาจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้
 สมาชิกคนที่ 1 : ทำหน้าที่เตรียมวัสดุอุปกรณ์
 สมาชิกคนที่ 2 : ทำหน้าที่อ่านวิธีการทำกิจกรรม และนำมาอธิบายให้สมาชิกภายในกลุ่มฟัง
 สมาชิกคนที่ 3 : ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
 สมาชิกคนที่ 4 : ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลอง



กิจกรรม

การเจริญของรากพืช

จุดประสงค์

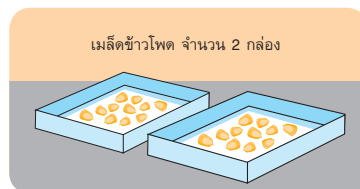
อธิบายและเปรียบเทียบการงอกและการเจริญเติบโตของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่

วัสดุอุปกรณ์

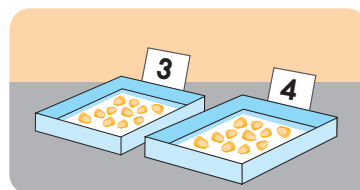
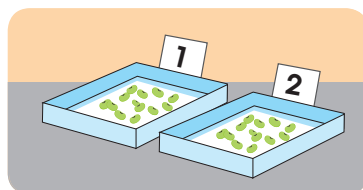
- | | |
|---|------------------------------------|
| 1. เมล็ดถั่วเขียว 10 เม็ด | 4. บีกเกอร์ขนาด 50 cm ³ |
| 2. เมล็ดข้าวโพด 10 เม็ด | 5. กระดาษทิชชู |
| 3. กล่องพลาสติกใสรูปสี่เหลี่ยมที่มีความยาวประมาณ 20 เซนติเมตร จำนวน 4 กล่อง | 6. ด้าย หรือเชือกเส้นเล็ก |
| | 7. ไม้บรรทัด |

วิธีปฏิบัติ

- นำเมล็ดถั่วเขียวและเมล็ดข้าวโพด แช่น้ำไว้ประมาณ 6-12 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดแต่ละชนิดแบ่งออกเป็น 2 ส่วน นำแต่ละส่วนเพาะลงในกล่องพลาสติกใสบนกระดาษทิชชูที่ ซี่นวางเมล็ดให้กระจายบนกระดาษทิชชูรดน้ำจนชุ่ม ปิดฝากล่อง



- เขียนหมายเลข 1 และ 2 บนกล่องที่เพาะเมล็ดถั่วเขียว และหมายเลข 3 และ 4 บนกล่องที่เพาะเมล็ดข้าวโพด



16



ห้องปฏิบัติการ

- เทคนิค ความปลอดภัย

ฝากล่องที่นำมาปิดกล่อง ซึ่งเป็นที่เพาะเมล็ดถั่วเขียว และเมล็ดข้าวโพดควรมีลักษณะเป็นฝาปิด เนื่องจากแสงไม่มีความจำเป็นต่อการงอกของเมล็ด แต่แสงจะมีความจำเป็นหลังจากที่เมล็ดงอกแล้ว ขณะที่เป็นต้นกล้า โดยปริมาณแสงที่พอเหมาะ จะทำให้ต้นกล้าแข็งแรง และเจริญเติบโตได้ดี

ข้อสอบเน้นการคิด

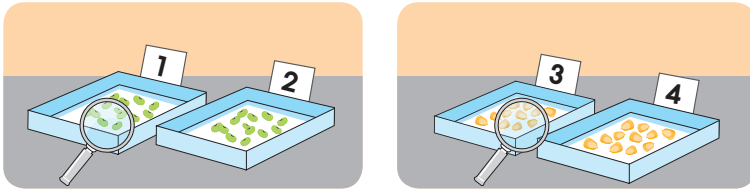
ข้อใดจับคู่ประเภทของรากพืชกับชนิดของพืชได้ถูกต้อง

- รากแก้ว-ต้นไทร
- รากวิสามัญ-ข้าวโพด
- รากแขนง-ต้นมะม่วง
- รากแขนง-ต้นโกงกาง
- รากวิสามัญ-ต้นมะม่วง

(วิเคราะห์คำตอบ รากของต้นไทรเป็นรากอากาศที่แตกออกมาจากบริเวณข้อของลำต้น จัดเป็นรากวิสามัญ รากของต้นมะม่วงเป็นรากแก้ว เนื่องจากต้นมะม่วงเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ รากของต้นโกงกางเป็นรากค้ำจุน จัดเป็นรากวิสามัญ ดังนั้น ตอบข้อ 2.)



3. สังเกตการงอกของเมล็ดการเปลี่ยนแปลงความยาว และจำนวนรากแก้วเขียวและข้าวโพดในกล่องหมายเลข 1 และหมายเลข 3 ทุก ๆ วันเป็นเวลา 3 วัน วัดความยาวรากจากภายนอกกล่องโดยใช้ด้ายและไม่บรรทัด แล้วสังเกตดูว่าเส้นรากที่เกิดขึ้นมานั้นเจริญมาจากส่วนใด



▲ ภาพที่ 1.23 กิจกรรมการเจริญของรากพืช
ที่มา : คลังภาพ อจท.

4. บันทึกผลและหาค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงความยาวของรากในแต่ละวัน พร้อมทั้งวาดภาพเมล็ดที่งอก

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ส่วนใดของเมล็ดที่งอกออกมาก่อน และงอกออกมาจากตำแหน่งใดของเมล็ด
2. ตำแหน่งที่มีการงอกออกมาของเมล็ดถั่วเขียวและเมล็ดข้าวโพดเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร
3. การงอกของรากถั่วเขียวและข้าวโพดเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร

อภิปรายผลกิจกรรม

จากกิจกรรม เมื่อสังเกตการเจริญเติบโตในช่วง 3 วัน พบว่า ส่วนแรกที่โผล่พ้นเมล็ดออกมา ก่อน คือ รากปฐมภูมิหรือรากแก้ว และความยาวของรากจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนสังเกตเห็นขนรากเกิดขึ้นที่บริเวณถัดจากปลายสุดของราก เมื่อเวลาผ่านไปอีก 3 วัน พบว่า รากถั่วเขียวมีจำนวนรากเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นรากสาขา หรือ รากแขนงที่เจริญออกมาจากรากเดิม สำหรับรากข้าวโพดจำนวนรากที่เพิ่มขึ้นไม่ได้เจริญออกมาจากรากเดิม แต่เจริญมาจากจุดที่อยู่เหนือขึ้นไปเรียกว่า รากพิเศษ

ขั้นสอน

อธิบายความรู้

1. หลังจากการทำกิจกรรม ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม จัดทำรายงาน เรื่อง การเจริญของรากพืช โดย ต้องมีองค์ประกอบของรายงานครบถ้วน และ นำเสนอเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรม ซึ่งตรงกับจุดประสงค์ของกิจกรรม ผลการทำ กิจกรรมในรูปแบบตาราง หรือรูปแบบการ นำเสนอที่น่าสนใจ
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจาก กิจกรรม เรื่อง การเจริญของรากพืช
3. ครูถามคำถามท้ายกิจกรรม

แนวคิด คำถามท้ายกิจกรรม

1. รากเป็นส่วนที่งอกออกมาจากเมล็ดเป็นลำดับ แรก
2. ไม่แตกต่างกัน คือ งอกออกมาทางรูขนาดเล็ก ที่อยู่ใต้รอยแผล เรียกว่า รูไมโครไพล์
3. แตกต่างกัน เมื่อดันถั่วเขียวและข้าวโพดเจริญ รากของต้นถั่วเขียวจะเจริญเป็นรากแก้ว ส่วน รากข้าวโพดจะเจริญมาจากโคนต้นเป็นราก พิเศษ หรือรากฝอย

ข้อสอบเน้น การคิด

รากพืชในข้อใดทำหน้าที่สะสมอาหารทั้งหมด

1. ไซเท้า มันฝรั่ง เผือก
2. แครีรอต ไซเท้า หอม
3. ไซเท้า มันเทศ มันฝรั่ง
4. มันสำปะหลัง มันฝรั่ง มันเทศ
5. แครีรอต มันเทศ มันสำปะหลัง

(วิเคราะห์คำตอบ รากที่ทำหน้าที่สะสมอาหาร เช่น แครีรอต มันเทศ มันสำปะหลัง เป็นต้น ดังนั้น ตอบข้อ 5.)

แนวคิด กิจกรรม

เมล็ดถั่ว

วันที่	จำนวนราก	ความยาวราก	ลักษณะการเจริญของราก
1			รากที่เกิดขึ้นใหม่เจริญแตกแขนงมาจาก รากเดิม
2			
3			

เมล็ดข้าวโพด

วันที่	จำนวนราก	ความยาวราก	ลักษณะการเจริญของราก
1			รากที่เกิดขึ้นใหม่ไม่ได้เจริญแตกแขนง มาจากรากเดิม
2			
3			

หมายเหตุ : จำนวนและความยาวของรากถั่วเขียวและข้าวโพดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น



ขั้นสอน

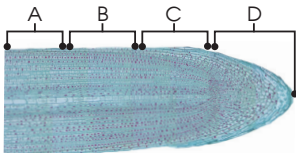
สำรวจค้นหา

- ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อทำกิจกรรม โครงสร้างภายในของปลายรากพืช ตอนที่ 1 โดยสมาชิกในกลุ่มมีหน้าที่ ดังนี้
 - สมาชิกคนที่ 1 เตรียมอุปกรณ์
 - สมาชิกคนที่ 2 และ 3 ทำการทดลอง
 - สมาชิกคนที่ 4 บันทึกผลการทำกิจกรรม
 - สมาชิกคนที่ 5 หรือ 6 นำเสนอผลที่ได้จากกิจกรรม
- นำผลจากการทำกิจกรรมมาสืบค้นข้อมูล หรือศึกษาจากหนังสือเรียนเกี่ยวกับโครงสร้างภายในรากที่ตัดตามยาว โดยแต่ละบริเวณเรียกว่าอะไร แล้วบันทึกข้อมูลลงในสมุดบันทึก

อธิบายความรู้

- หลังจากการทำกิจกรรม ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากกิจกรรม ตอนที่ 1
- ครูอาจนำภาพสไลด์ตัวอย่างของรากพืชที่ตัดตามยาวภายใต้กล้องจุลทรรศน์มาถามคำถาม ดังนี้

ตัวอย่างคำถาม พิจารณาภาพตัวอย่าง และระบุชื่อบริเวณ A B C และ D



(แนวตอบ A คือ บริเวณเปลือกและเจริญเต็มที่ของเซลล์ B คือ บริเวณยึดตามยาวของเซลล์ C คือ บริเวณแบ่งเซลล์ และ D คือ บริเวณทวาราก)



กิจกรรม

โครงสร้างภายในของปลายรากพืช

จุดประสงค์

- ศึกษาโครงสร้างภายในของปลายรากพืชด้วยกล้องจุลทรรศน์ได้
- เปรียบเทียบความแตกต่างของโครงสร้างภายในของปลายรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่

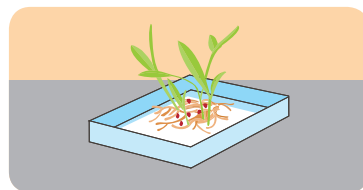
วัสดุอุปกรณ์

- เมล็ดพืชใบเลี้ยงคู่ (เมล็ดทานตะวัน) และเมล็ดพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (เมล็ดข้าว)
- กระดาษเพาะเมล็ดพืช พร้อมดิน
- สีชาฟรานหรือสีผสมอาหารสีแดง ความเข้มข้น 1%
- ฟูกัน เข็มเย็บ งานเพาะเชื้อ ไข่มดโกน และหลอดหยด
- สไลด์ และกระจกปิดสไลด์
- กล้องจุลทรรศน์

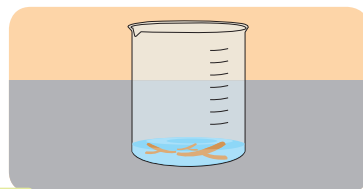
วิธีปฏิบัติ

ตอนที่ 1 โครงสร้างส่วนปลายราก

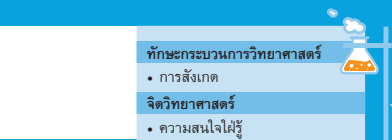
- นำเมล็ดทานตะวัน และเมล็ดข้าวเพาะลงกระดาษเพาะประมาณ 2 สัปดาห์



- หยด HCl ความเข้มข้น 10% พอท่วมราก ทั้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง



18

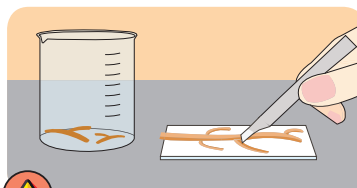


ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

- การสังเกต

จิตวิทยาศาสตร์

- ความสนใจใฝ่รู้
- ความรับผิดชอบ
- การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์



Safety first

กรดไฮโดรคลอริก (HCl) เป็นของเหลวที่ไม่มีสีหรือมีสีใสออกเหลือง มีสมบัติเป็นกรดแก่ มีฤทธิ์กัดกร่อนสูง หากสัมผัสกับผิวหนังจะก่อให้เกิดการระคายเคือง ดังนั้น ควรสวมถุงมือป้องกันก่อนการใช้งานทุกครั้ง



เกร็ดแะครู

ครูอาจให้นักเรียนทำความเข้าใจขั้นตอนการทำกิจกรรมก่อน จากนั้นครูจึงแนะวิธีเลือกบริเวณรากที่นำมาตัด โดยให้เลือกบริเวณที่ไม่ไกลจากปลายรากเพื่อจะได้ศึกษาการเติบโตปฐมภูมิ พร้อมทั้งสาธิตวิธีการตัดที่ถูกต้องให้นักเรียนดู และกำชับให้นักเรียนตัดให้มีจำนวนมากพอสมควร เพื่อเลือกรากที่ตัดได้บางและสมบูรณ์ครบทุกส่วน นอกจากนี้ ครูอาจเสนอวิธีการตัดรากพืชโดยใช้อุปกรณ์ช่วย เช่น แท่งโฟม หรือใส่ในของคะน้ำ เป็นต้น

ข้อสอบเน้นการคิด

บริเวณปลายรากส่วนใดของพืชทำให้พืชขนาน้ำเข้าหาหน้าและธาตุอาหารได้สะดวกขึ้น

1. บริเวณทวาราก
2. บริเวณที่มีการแบ่งเซลล์
3. บริเวณที่เซลล์เจริญเต็มที่
4. บริเวณที่เซลล์ขยายขนาดตามยาว
5. บริเวณที่เซลล์เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะ

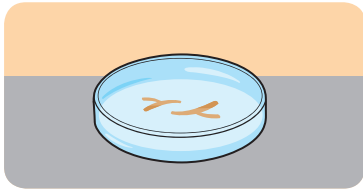
(วิเคราะห์คำตอบ ทวารากเป็นบริเวณที่มีการห่อหุ้มเมือกสีน้ำตาลออกมาเพื่อให้รากขนาน้ำ แหงลึกลงไปในดินได้สะดวกขึ้น ดังนั้น ตอบ ข้อ 1.)



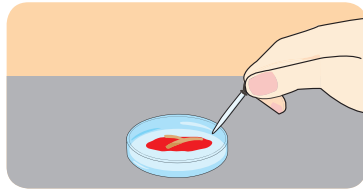
ขั้นสอน

สำรวจค้นหา

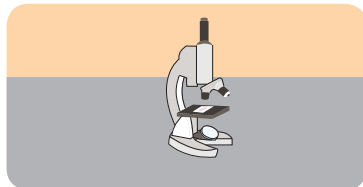
4. ล้าง HCl ออกจากเนื้อเยื่อปลายราก โดยใช้หลอดหยดดูด HCl ออกจนหมด แล้วเติมน้ำลงไปให้ท่วมราก แช่ทิ้งไว้ 5 นาที แล้วดูดน้ำออก เติมน้ำใหม่แล้วดูดออก ทำเช่นนี้ประมาณ 3 ครั้ง เพื่อล้างกรดออกให้หมด



5. หยดสีชาฟรานีน หรือสีผสมอาหารสีแดงลงไปพอท่วมราก ทิ้งไว้ 5 นาที ล้างสีส่วนเกินออก โดยการดูดน้ำสีออกแล้วเติมน้ำ จากนั้นดูดน้ำออก ทำเช่นนี้ประมาณ 3 ครั้ง



6. ใช้ฟู่กันเขียนท่อนรากที่ย้อมสีแล้ว 1 ท่อน วางบนสไลด์ที่หยดน้ำแล้ว 1 หยด นำกระจกปิดสไลด์วางทับแล้วกดเบาๆ ด้วยนิ้วจนเนื้อเยื่อแบน นำไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่างๆ วาดภาพและบันทึกผล



▲ ภาพที่ 1.24 โครงสร้างภายในของปลายรากพืช ที่มา : คลังภาพ อจท.

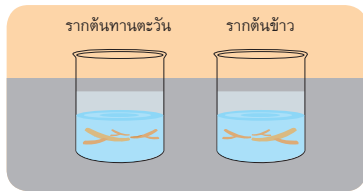
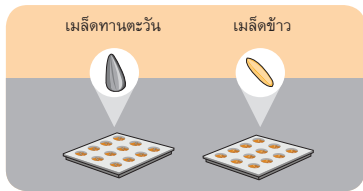
ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเดิม เพื่อทำกิจกรรมโครงสร้างภายในของปลายรากพืช ตอนที่ 2 โดยสมาชิกในกลุ่มมีหน้าที่ ดังนี้

- สมาชิกคนที่ 1 เตรียมอุปกรณ์
- สมาชิกคนที่ 2 และ 3 ทำการทดลอง
- สมาชิกคนที่ 4 บันทึกผลการทำกิจกรรม
- สมาชิกคนที่ 5 หรือ 6 นำเสนอผลที่ได้จากกิจกรรม

ตอนที่ 2 โครงสร้างภายในของราก

1. นำเมล็ดทานตะวัน และเมล็ดข้าวเพาะลงกระบะเพาะ ฝาประมาณ 2 สัปดาห์

2. ขุดต้นทานตะวันและต้นข้าวขึ้นมา (พยายามอย่าให้รากขาด) ตัดรากพืชที่สมบูรณ์พืชละ 2-3 ราก ล้างให้สะอาดแล้วนำไปแช่น้ำ



ข้อสอบเน้น การคิด

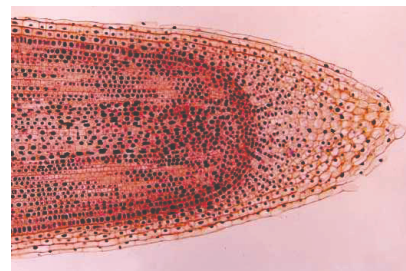
รากพืชในข้อใดทำหน้าที่เป็นรากหายใจ

1. ไทร
2. ลำพู
3. ลำแพน
4. โกงกาง
5. กัลฉวยไม้

(วิเคราะห์คำตอบ รากของต้นไทร กัลฉวยไม้ ทำหน้าที่เป็นรากอากาศ ส่วนรากของต้นลำแพน โกงกาง ทำหน้าที่เป็นรากค้ำจุน ส่วนรากของต้นลำพู ทำหน้าที่เป็นรากหายใจ ดังนั้น ตอบข้อ 2.)

แนวตอบ กิจกรรมตอนที่ 1

ภาพที่เห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ควรจะมีลักษณะ ดังนี้



ขั้นสอน

อธิบายความรู้

1. หลังจากการทำกิจกรรม ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากกิจกรรม ตอนที่ 2
2. ครูถามคำถามท้ายกิจกรรม

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ

ครูมอบหมายการบ้านให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดชีววิทยา ม.5 เล่ม 1

ขั้นประเมิน

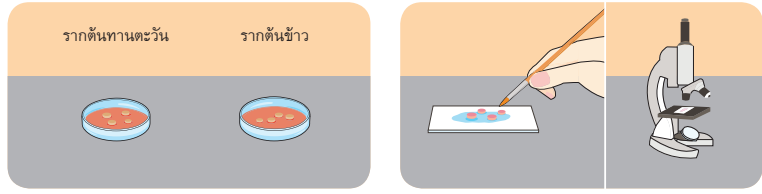
ตรวจสอบผล

1. ครูตรวจใบงาน เรื่อง โครงสร้างภายในของราก
2. ครูตรวจใบงาน เรื่อง ประเภทของราก
3. ครูตรวจแบบฝึกหัด
4. ครูประเมินการปฏิบัติการ
5. ครูประเมินผลการทำงานรายบุคคล
6. ครูประเมินผลการทำงานกลุ่ม
7. ครูประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

แนวตอบ คำถามท้ายกิจกรรม

1. เหมือนกัน ซึ่งประกอบด้วย 4 บริเวณ ได้แก่ บริเวณเปลือกนอกและเจริญเติบโตของเซลล์ บริเวณยึดตามยาวของเซลล์ บริเวณแบ่งเซลล์ และบริเวณหมวกราก
2. รากต้นทานตะวันและรากต้นข้าวต่างประกอบด้วย 3 ชั้น คือ ชั้นเอพิเดอร์มิส คอร์เทกซ์ และสตีล แต่ต้นทานตะวันจะมีจำนวนแฉกของท่อลำเลียงไซเล็มที่อยู่ในชั้นสตีลมากกว่าต้นข้าว และมีการจัดเรียงท่อลำเลียงที่เป็นระเบียบมากกว่า

3. ใช้ฟุ้งแต่ละชั้นส่วนของรากที่เลือนออกมา แล้วแช่ในน้ำสีที่ใสในจานเพาะเชื้อ โดยแยกเป็นจานละชนิด
4. นำชิ้นส่วนที่บางไปย้อมสี วางลงบนหยดน้ำบนสไลด์แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ แล้วนำไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์



▲ ภาพที่ 1.25 โครงสร้างภายในของปลายรากพืช ที่มา : คลังภาพ อจท.

คำถามท้ายกิจกรรม

1. โครงสร้างภายในของรากจากการตัดตามยาวในพืชใบเลี้ยงคู่และใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร
2. การเจริญเติบโตปฐมภูมิและการเจริญเติบโตทุติยภูมิของรากแตกต่างกันอย่างไร และสามารถพบได้ทั้งในรากพืชใบเลี้ยงคู่และรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวหรือไม่

อภิปรายผลกิจกรรม

จากกิจกรรมตอนที่ 1 พบว่า เมื่อนำรากของพืชใบเลี้ยงคู่ (ทานตะวัน) และรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข้าว) ที่มีอายุประมาณ 2 สัปดาห์ มาตัดตามยาว พบว่า มีโครงสร้างที่เหมือนกัน คือ บริเวณปลายสุดของรากขึ้นไปแบ่งออกเป็นบริเวณต่าง ๆ คือ หมวกราก บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว และบริเวณที่เซลล์เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะและเจริญเติบโตเต็มที่ ตามลำดับ

จากกิจกรรมตอนที่ 2 พบว่า เมื่อนำรากของพืชใบเลี้ยงคู่ (ทานตะวัน) และรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข้าว) ที่มีอายุประมาณ 2 สัปดาห์ ซึ่งเป็นรากที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว โดยเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายรากมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและรูปร่างเซลล์เพื่อไปทำหน้าที่เฉพาะ เมื่อนำมาตัดตามขวาง พบว่า ทั้งในพืชใบเลี้ยงคู่ (ทานตะวัน) และรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข้าว) มีโครงสร้างภายในของราก 3 บริเวณเหมือนกัน คือ เอพิเดอร์มิส คอร์เทกซ์ และสตีล แต่จำนวนแฉกของไซเล็มในพืชใบเลี้ยงคู่จะมีจำนวนแฉกที่มากกว่า และการจัดเรียงตัวของท่อลำเลียงมีความเป็นระเบียบมากกว่าพืชใบเลี้ยงเดี่ยว



แนวทางการวัดและประเมินผล

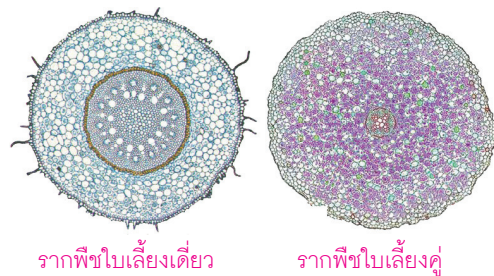
ครูวัดและประเมินผลความเข้าใจในเนื้อหา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก ได้จากการทำกิจกรรม โครงสร้างภายในปลายราก จากแบบประเมินการปฏิบัติการโดยศึกษาเกณฑ์การวัดและประเมินผลที่อยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

แบบประเมินปฏิบัติการ ตอนที่ 2.1	
ผู้ประเมิน: วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน.....	
ลำดับ	รายละเอียด
1	ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองอย่างถูกต้อง
2	อธิบายขั้นตอนการทดลองได้
3	สรุปผลการทดลองได้

ลำดับ	เกณฑ์การวัดผล	คะแนน
1	ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองอย่างถูกต้อง	1-5
2	อธิบายขั้นตอนการทดลองได้	1-5
3	สรุปผลการทดลองได้	1-5

แนวตอบ กิจกรรมตอนที่ 2

ภาพที่เห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ควรมีลักษณะ ดังนี้



รากพืชใบเลี้ยงคู่

รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

2.2 โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น

ลำต้นเป็นอวัยวะของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่เหนือระดับผิวดินถัดขึ้นมา ลำต้นพืชบางชนิดจะมีข้อ ปล้อง บริเวณข้อจะมีใบ ที่ซอกใบมีตา ลำต้นทำหน้าที่ชูกิ่ง ใบ ดอก และผล ให้อยู่เหนือระดับผิวดิน ลำเลียงน้ำ ธาตุอาหาร และอาหารไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช

เมื่อนำลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่มาศึกษา พบว่า การเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิดแตกต่างกัน โดยการเติบโตปฐมภูมิจะทำให้พืชมีลำต้นสูงขึ้น พบทั้งในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ ส่วนการเติบโตทุติยภูมิจะทำให้พืชมีลำต้นขยายออกทางด้านข้าง พบเฉพาะในพืชใบเลี้ยงคู่



Biology Focus

โครงสร้างบริเวณปลายยอด

ใบอ่อน (young leaf) : เซลล์ของใบยังมีการแบ่งเซลล์อยู่ และเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงต่อไป เพื่อเพิ่มความหนาและขนาดของใบจนเป็นใบที่เจริญเต็มที่ อย่างไรก็ตาม ใบในระยะนี้ยังไม่แตกออกเต็มที่ ตรงซอกของใบอ่อนจะพบตามซอกเริ่มเกิดที่ จะพัฒนาไปเป็นตามซอกเมื่อใบที่รองรับอยู่เจริญเต็มที่แล้ว

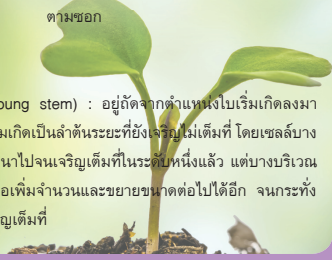
ใบเริ่มเกิด (leaf primordium) : อยู่ตรงด้านข้างของปลายยอดที่เป็นขอบของความโค้ง และจะเจริญพัฒนาเป็นใบอ่อน ตรงโคนของใบเริ่มเกิดจะเห็นเซลล์ขนาดเล็กรูปร่างยาว เรียงตัวเป็นแนวยาวจากลำต้นขึ้นไปจนเกือบถึงส่วนปลาย เซลล์เหล่านี้จะเจริญไปเป็นเนื้อเยื่อที่ลำเลียงที่แยกออกจากลำต้นสู่ใบ



เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายยอด (apical meristem) : อยู่บริเวณปลายสุดของลำต้น ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีการแบ่งตัวตลอดเวลา และจะเจริญไปเป็นลำต้น ใบ และตาตามซอก



ลำต้นอ่อน (young stem) : อยู่ถัดจากตำแหน่งใบเริ่มเกิดมา ลำต้นส่วนใบเริ่มเกิดเป็นลำต้นระยะที่ยังเจริญไม่เต็มที่ โดยเซลล์บางบริเวณอาจพัฒนาไปจนเจริญเต็มที่ในระดับหนึ่งแล้ว แต่บางบริเวณยังแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนและขยายขนาดต่อไปได้อีก จนกระทั่งเป็นลำต้นที่เจริญเต็มที่



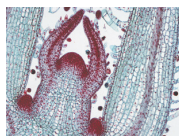
ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยออกนำต้นพืชขนาดเล็ก เช่น ต้อยตุง ต้นถั่วที่เพาะไว้เป็นต้น มาให้นักเรียนศึกษา
2. ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนรู้ได้อย่างไรว่าบริเวณใดเป็นลำต้น
(แนวตอบ ลำต้นมักมีสีเขียว หรือสีอื่นร่วม มีเจริญออกด้านข้างของลำต้นตรงตำแหน่งข้อที่เห็นได้ชัดเจน โดยเฉพาะพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น ต้นข้าว ไม่ เป็นต้น จะเห็นข้อและปล้องชัดเจนกว่าพืชใบเลี้ยงคู่)

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา

1. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ และศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่
2. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 6 คน ร่วมกันสืบค้นข้อมูลบริเวณปลายสุดของลำต้น จากภาพที่ครูเตรียมมาให้ ตัวอย่างภาพเช่น ภาพที่ 1  ภาพที่ 2 
3. ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นข้อมูล และระบุส่วนประกอบในภาพ จากนั้นครูสุ่มตัวแทนกลุ่มกลุ่มละ 2 คนออกมานำเสนอข้อมูลของกลุ่มตนเองที่รวบรวมได้
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการสืบค้น และร่วมกันระบุนองค์ประกอบภายในภาพ

ข้อสอบเน้น การคิด

เพราะเหตุใดต้นมะม่วงและต้นหมากที่มีอายุเท่ากัน ปลูกอยู่บริเวณใกล้กัน ต้นมะม่วงจึงมีลำต้นใหญ่กว่าต้นหมาก

1. ต้นมะม่วงมีแคมเบียม แต่ต้นหมากไม่มีแคมเบียม
2. ต้นหมากมีแคมเบียม แต่ต้นมะม่วงไม่มีแคมเบียม
3. จำนวนกลุ่มท่อลำเลียงของต้นมะม่วงมีมากกว่าต้นหมาก
4. เซลล์ของต้นมะม่วงแบ่งตัวได้รวดเร็วกว่าเซลล์ของต้นหมาก
5. ต้นมะม่วงมีการเรียงตัวของกลุ่มท่อลำเลียงเป็นระเบียบมากกว่าต้นหมาก

(วิเคราะห์คำตอบ ต้นมะม่วงมีแคมเบียม ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง ทำให้ลำต้นมีขนาดใหญ่กว่าต้นหมาก ดังนั้น ตอบข้อ 1.)



เกร็ดแะครู

ครูอาจพานักเรียนไปสำรวจสวนพฤกษศาสตร์ภายในโรงเรียน หรือต้นไม้ในโรงเรียน หรือต้นไม้ภายในชุมชน โดยให้นักเรียนสังเกตลักษณะของลำต้นพืชชนิดต่าง ๆ แล้วให้นักเรียนจดบันทึกชื่อต้นไม้ วาดภาพลักษณะของลำต้น หรือใช้วิธีการบรรยายลักษณะของลำต้นลงในสมุดบันทึกของนักเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะของลำต้น และร่วมกันคาดคะเนว่าพืชชนิดนั้นเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวหรือพืชใบเลี้ยงคู่ โดยการใช้เหตุผลและความรู้จากการศึกษา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะพืช

ขั้นสอน

สำรวจกันหา

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มด้วยวิธีการจับสลาก หมายเลข 1-4 เพื่อแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม จากนั้นครูนำกล้องจุลทรรศน์ และสไลด์ ตัวอย่างของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่มาให้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษา
2. ครูมอบหมายให้แต่ละกลุ่มวาดภาพโครงสร้างภายในของลำต้นเมื่อตัดตามขวางที่ศึกษาจากกล้องจุลทรรศน์ลงในกระดาษ A4 พร้อมระบุส่วนประกอบของลำต้นต่างๆ และนำเสนอในรูปแบบที่สวยงาม

อธิบายความรู้

1. แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอชิ้นงาน
2. ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจโดยใช้คำถาม ดังนี้
 - การจัดเรียงตัวของกลุ่มมัดท่อลำเลียงภายในลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
(แนวตอบ แตกต่างกัน กลุ่มมัดท่อลำเลียงในลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะกระจายทั่วเนื้อเยื่อ แต่จะเรียงตัวเป็นระเบียบในลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่)
 - วาสคิวลาร์แคมเบียมทำหน้าที่อะไร และเนื้อเยื่อนี้พบได้ในพืชชนิดใด
(แนวตอบ ทำหน้าที่แบ่งเซลล์ทำให้เกิดเนื้อเยื่อท่อลำเลียง ส่วนมากพบในพืชใบเลี้ยงคู่)
 - ช่องพิธพบได้ในพืชชนิดใด
(แนวตอบ พบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ส่วนพิธในลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จะถูกแทนที่ด้วยไซเล็ม)

1. โครงสร้างภายในของลำต้นระยะการเติบโตปฐมภูมิ เมื่อตัดตามขวาง แล้วนำมาศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นโครงสร้างแบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

โครงสร้างภายในของลำต้น

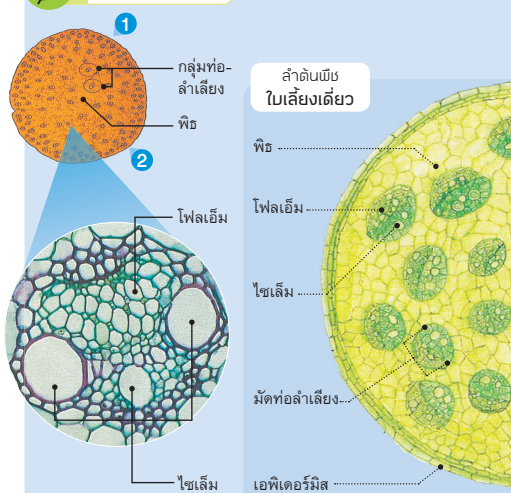
1 เอพิเดอร์มิส (epidermis)

เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ชั้นนอกสุด ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายให้กับเนื้อเยื่อภายในของลำต้น ส่วนใหญ่เซลล์จะเรียงตัวเพียงชั้นเดียว พืชบางชนิดเอพิเดอร์มิสมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นขนและเซลล์คุม

2 คอร์เทกซ์ (cortex)

เป็นบริเวณที่อยู่ถัดจากเอพิเดอร์มิสเข้าไป ประกอบด้วยเซลล์หรือเนื้อเยื่อหลายชนิด ส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อพาราไควมาและมีคอลเลงคิมที่อยู่ใต้เซลล์ผิวในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบาง ชนิดอาจเห็นส่วนคอร์เทกซ์ไม้ขีด

พืชใบเลี้ยงเดี่ยว



▲ ภาพที่ 1.27 โครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ ที่มา : คลังภาพ อจท.

ข้อแตกต่างระหว่างลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่	
พืชใบเลี้ยงเดี่ยว	ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่
1. กลุ่มท่อลำเลียงจะกระจายทั่วไปในเนื้อเยื่อพื้น (ground tissue)	1. กลุ่มท่อลำเลียงจะเรียงเป็นระเบียบในแหวนรัศมี
2. ส่วนใหญ่ไม่พบเนื้อเยื่อเจริญวาสคิวลาร์แคมเบียม ยกเว้นหมากผู้หมากเมียและพืชวงศ์ปาล์ม	2. มีเนื้อเยื่อเจริญวาสคิวลาร์แคมเบียมระหว่างไซเล็มและไซเล็ม จึงมีการเติบโตทุติยภูมิ
3. เนื้อเยื่อพิธจะพบกลุ่มท่อลำเลียงกระจายอยู่เต็ม ทำให้ไม่เห็นขอบเขตของพิธ	3. เห็นขอบเขตของเนื้อเยื่อพิธอย่างชัดเจน
4. ส่วนใหญ่ไม่มีการเจริญเติบโตทุติยภูมิ ซึ่งบริเวณพิธและเนื้อเยื่ออื่น ๆ อาจสลายไปกลายเป็นช่องกลางลำต้น เรียกว่า ช่องพิธ (pith cavity)	4. พิธจะถูกแทนที่ด้วยไซเล็ม เมื่อมีการเจริญเติบโตทุติยภูมิ

นักเรียนควรรู้

1 เซลล์คุม เป็นเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงมาจากเอพิเดอร์มิสด้านล่าง ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ทางด้านท้องใบ กลุ่มเซลล์เหล่านี้จะมีลักษณะคล้ายเอพิเดอร์มิสด้านบน แต่มีคิวติเคิลน้อยกว่า ทำหน้าที่ควบคุมการคายน้ำ และการแลกเปลี่ยนแก๊สของพืชทางปากใบ (stomata) นอกจากนี้ ภายในเซลล์คุมนี้อาจมีคลอโรพลาสต์ จึงสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ ส่วนใหญ่พบบริเวณทางด้านท้องใบมากกว่าหลังใบ ยกเว้นพืชน้ำจืดที่ไม่มีปากใบ และพืชปริม่น้ำจะมีปากใบเฉพาะด้านหลังใบเท่านั้น เช่น ใบบัว เป็นต้น

ข้อสอบเน้นการคิด

- ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับโครงสร้างภายในของลำต้นของพืช**
1. คอร์เทกซ์เป็นชั้นเนื้อเยื่อที่อยู่ภายในสุดของลำต้น
 2. ช่องพิธพบอยู่ในชั้นสตีลของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเท่านั้น
 3. พิธเกิดขึ้นภายในชั้นสตีลของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเท่านั้น
 4. เซลล์คุมพบในชั้นเอพิเดอร์มิสของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเท่านั้น
 5. วาสคิวลาร์แคมเบียมพบอยู่ในชั้นคอร์เทกซ์ของพืชใบเลี้ยงคู่เท่านั้น
- (วิเคราะห์คำตอบ พิธ เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ส่วนกลางของลำต้น ส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อพาราไควมา เกิดขึ้นทั้งในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่ เมื่อพืชเจริญเต็มที่ พิธในพืชใบเลี้ยงคู่จะถูกแทนที่ด้วยไซเล็ม ส่วนพืชใบเลี้ยงเดี่ยวไม่มีการเจริญทุติยภูมิ ทำให้พิธสลายกลายเป็นช่องว่าง เรียกว่า ช่องพิธ ดังนั้น ตอบข้อ 2.)



3 สตีล (stele)

ชั้นที่ถัดจากชั้นคอร์เทกซ์เข้ามาจนถึงใจกลางของลำต้น และแบ่งแยกออกจากชั้นคอร์เทกซ์ได้ไม่ชัดเจน โดยทั่วไป สตีลจะมีขอบเขตกว้างมาก ประกอบด้วยเนื้อเยื่อที่สำคัญ คือ

- **วาสคิวลาร์เรย์ (vascular ray)** : พบในพืชใบเลี้ยงคู่ เป็นเนื้อเยื่อพาราไควมาที่อยู่ระหว่างกลุ่มท่อลำเลียง โดยเรียงตัวกันเป็นวงเชื่อมต่อระหว่างเทกซ์และพืช
- **พืช (pith)** : เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ส่วนกลางของลำต้น ส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อประเภทพาราไควมา ซึ่งทำหน้าที่ในการสะสมสารต่าง ๆ
- **มัดท่อลำเลียง (vascular bundle)** : กลุ่มของเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการลำเลียงน้ำและอาหาร

- ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว กลุ่มท่อลำเลียงจะกระจายอยู่ทั่วไปในชั้นคอร์เทกซ์ ประกอบด้วยทั้งโพลเอมและไชเล็มซึ่งจะถูกล้อมรอบด้วยเนื้อเยื่อพาราไควมาหรือสเกลเรจินา เรียกเซลล์ที่ล้อมรอบนี้ว่า **บันเดิลชีท (bundle sheath)**

- ในพืชใบเลี้ยงคู่ ประกอบด้วยโพลเอมซึ่งเรียงตัวอยู่ทางด้านนอก และไชเล็มซึ่งเรียงตัวอยู่ทางด้านในหรือด้านที่ติดกับพืช ระหว่างโพลเอมกับไชเล็มจะมีเนื้อเยื่อเจริญที่เรียกว่า **วาสคิวลาร์แคมเบียม** ตั้งอยู่ตรงกลางทำหน้าที่แบ่งเซลล์เพื่อให้นิวคลีโอโพลีเมดิอูมิกับไชเล็มเจริญเติบโต

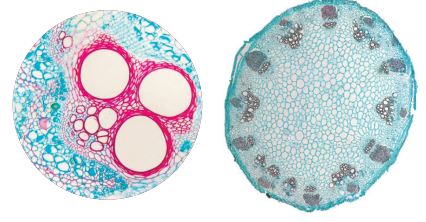
โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก 23

ข้อสอบ

อธิบายความรู้

3. ครูนำภาพโครงสร้างภายในของลำต้นเมื่อตัดตามขวางมาให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามจากภาพ โดยมีแนวคำถาม ดังนี้

ภาพที่ 1 ภาพที่ 2



- ภาพที่ 1 เป็นภาพของเนื้อเยื่อที่อยู่ภายในลำต้นชนิดใด
(แนวตอบ ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว)
- ภาพที่ 2 เป็นภาพของเนื้อเยื่อที่อยู่ภายในลำต้นชนิดใด
(แนวตอบ ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่)

ข้อสอบเน้น การคิด

เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำและธาตุอาหารที่อยู่ภายในลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ มีลักษณะเป็นอย่างไร

1. เรียงตัวเป็นแฉก
2. เรียงตัวกระจุกจะกระจาย
3. เรียงตัวเป็นแนววงกลม
4. เรียงตัวเป็นแนวสี่เหลี่ยม
5. เรียงตัวเป็นกระจุกอยู่บริเวณกลางลำต้น

(วิเคราะห์คำตอบ เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช คือ เนื้อเยื่อไชเล็ม เรียงตัวกันเป็นวง ดังนั้น ตอบข้อ 3.)



เกร็ดแะครู

ครูอาจเพิ่มเติมความรู้ให้กับนักเรียนเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยวกับพืชใบเลี้ยงคู่ โดยแสดงเป็นตาราง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้น ดังนี้

ลักษณะ	พาราไควมา	คอลเลจินา
จำนวนใบเลี้ยง	1 ใบ	2 ใบ
ข้อและปล้อง	มองเห็นชัดเจน	มองเห็นไม่ชัดเจน
เส้นใบ	เรียงตัวขนานกัน	เป็นร่างแห
ระบบราก	รากฝอย	รากแก้ว
จำนวนกลีบ	3 กลีบ หรือทวีคูณของ 3	4-5 กลีบ หรือทวีคูณของ 4-5

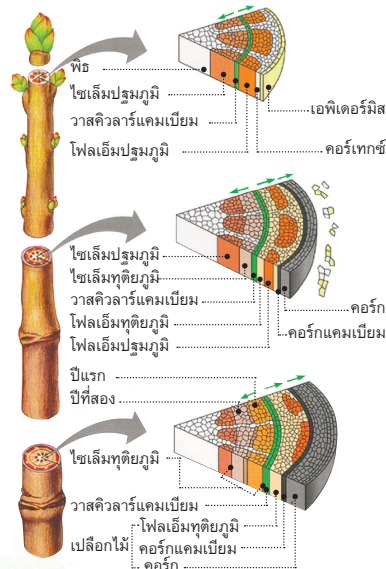


ขั้นสอน

สำรวจค้นหา

- ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล และศึกษาเนื้อหาจากแหล่งการเรียนรู้ เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต หนังสือเรียน เป็นต้น โดยครูกำหนดหัวข้อ เรื่อง ลำต้นขยายขนาดเป็นวงกว้างได้อย่างไร
- ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน สืบค้นข้อมูลว่า ทำไมเนื้อไม้จึงมีสีเข้มและอ่อนแตกต่างกัน

2. ลำต้นในระยะการเติบโตทุติยภูมิ จะทำให้ลำต้นมีเส้นรอบวงเพิ่มขึ้น และมีโครงสร้างแตกต่างไปจากเดิม เนื่องจากการสร้างเนื้อเยื่อเพริเดิร์ม และเนื้อเยื่อท่อลำเลียงทุติยภูมิเพิ่มขึ้น ทำให้ลำต้นพืชเจริญขยายออกทางด้านข้างได้

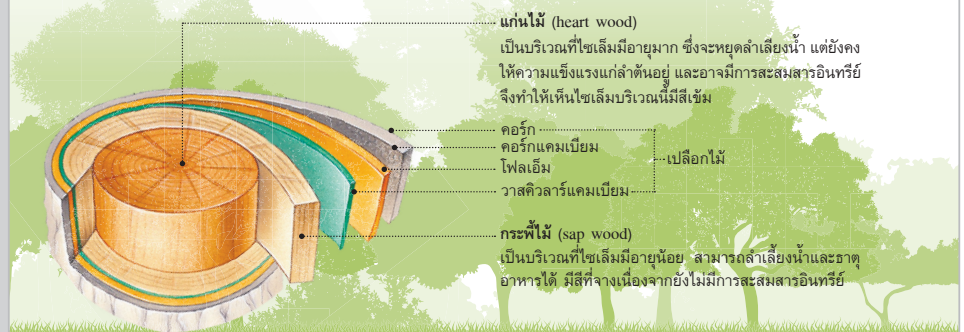


▲ ภาพที่ 8.28 การเจริญเติบโตของลำต้นในระยะทุติยภูมิ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

การสร้างเนื้อเยื่อท่อลำเลียงทุติยภูมิ เกิดขึ้นโดยเนื้อเยื่อเจริญที่อยู่ระหว่างเนื้อเยื่อไซเล็มปฐมภูมิและโพลเอมปฐมภูมิ เรียกว่า **วาสคูลาร์แคมเบียม (vascular cambium)** จะแบ่งเซลล์ได้ 2 ทิศทาง คือ แบ่งเข้าทางด้านในและด้านนอก

การแบ่งเซลล์เข้าด้านในของวาสคูลาร์แคมเบียมจะเกิดได้เร็วกว่าด้านนอก และเจริญเป็นเนื้อเยื่อไซเล็ม เรียกว่าไซเล็มที่เกิดจากวาสคูลาร์แคมเบียมว่า **ไซเล็มทุติยภูมิ (secondary xylem)** ส่วนเซลล์ที่แบ่งออกทางด้านนอกจะเจริญเป็นเนื้อเยื่อโพลเอม เรียกว่า **โพลเอมทุติยภูมิ (secondary phloem)** ที่เปลี่ยนแปลงมาจากวาสคูลาร์แคมเบียม

ดังนั้น การเติบโตทุติยภูมิทำให้ไซเล็มที่มีอายุมากที่สุดอยู่ชั้นในสุดของลำต้น และไซเล็มที่มีอายุน้อยอยู่ถัดออกมา



▲ ภาพที่ 1.29 เนื้อไม้ของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ที่มีอายุมาก
ที่มา : คลังภาพ อจท.



เกร็ดแะครู

ครูอาจทำตารางสรุป เพื่อเปรียบเทียบลักษณะที่แตกต่างระหว่างลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้น ดังนี้

ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่	ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
1. วาสคูลาร์บันเดิลเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ	1. วาสคูลาร์บันเดิลเรียงตัวกระจายอยู่ทั่วลำต้น
2. มีแคมเบียมระหว่างโพลเอมและไซเล็ม	2. ส่วนใหญ่ไม่มีแคมเบียมระหว่างโพลเอมและไซเล็ม
3. มีการเจริญเติบโตทุติยภูมิ ทำให้ลำต้นอวบอ้วน	3. มีเพียงการเจริญเติบโตปฐมภูมิ ทำให้ลำต้นสูง แต่ไม่เพิ่มขนาดด้านข้าง
4. ชั้นคอร์เทกซ์รวมกับโพลเอมกลายเป็นเปลือกไม้	4. ชั้นคอร์เทกซ์บาง ไม่มีการรวมเป็นเปลือกไม้
5. เมื่อพืชมีอายุมากขึ้นไซเล็มจะถูกดันเข้าไปภายใน และมีสารอินทรีย์สะสมกลายเป็นเนื้อไม้แข็ง	5. ภายในจะกลวงเป็นช่องพิต เพราะไม่มีการเจริญทุติยภูมิ

กิจกรรม 21st Century Skills



ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากการสำรวจสวนพฤกษศาสตร์ของโรงเรียน แล้วเลือกต้นไม้มา 2 ชนิด เพื่อทำนายโครงสร้างเนื้อเยื่อภายในลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ แล้วนำมาเขียนสรุปเปรียบเทียบความแตกต่างลงในกระดาษ A4 พร้อมนำเสนอในรูปแบบที่สวยงาม



การสร้างเนื้อเยื่อเพริเดิร์ม เกิดขึ้นโดยเนื้อเยื่อเจริญที่พัฒนามาจากเนื้อเยื่อในชั้นคอร์เทกซ์ เรียกว่า **คอร์กแคมเบียม (cork cambium)** ทำหน้าที่สร้างชั้นเนื้อเยื่อที่ช่วยปกป้องเนื้อเยื่อส่วนอื่น ๆ ที่อยู่ภายใน โดยเนื้อเยื่อเพริเดิร์มจะไปแทนที่เอพิเดอร์มิสที่แตกออกหรือแห้งแล้วหลุดออกไป เซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์ของคอร์กแคมเบียมนั้น ถ้าเซลล์ที่อยู่ด้านนอกของคอร์กแคมเบียมจะเป็นเซลล์ที่เปลี่ยนสภาพไปเป็นเซลล์คอร์ก (cork cell) เมื่อเจริญเต็มที่จะมีการสะสมสารประกอบพอลิฟีนอล (suberin) ที่ผนังเซลล์เป็นจำนวนมาก ทำให้เซลล์ตายในที่สุด ชั้นของเซลล์คอร์กที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า **คอร์ก (cork)** ช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำภายในลำต้น และถ้าเป็นเซลล์ที่อยู่ด้านในของคอร์กแคมเบียมจะเป็นเซลล์ที่มีผนังบางคล้ายเซลล์พาราเควคิม่า เรียกว่า **เฟลโลเดิร์ม (phelloderm)** ทำให้ชั้นคอร์เทกซ์มีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งทั้งคอร์ก คอร์กแคมเบียมและเฟลโลเดิร์ม รวมเรียกว่า **เพริเดิร์ม (periderm)**

ในลำต้นที่มีอายุมากเอพิเดอร์มิสจะหลุดสลายไปเหลือแต่เนื้อเยื่อคอร์ก (cork) และคอร์กแคมเบียม (cork cambium) โดยเนื้อเยื่อเพริเดิร์ม และเฟลโลเดิร์มที่เจริญขึ้นมาใหม่ รวมเรียกว่า **เปลือกไม้ (bark)** สำหรับลำต้นของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด เช่น ปาล์ม มะพร้าว ไม้ ข้าวโพด เป็นต้น พืชเหล่านี้จะมีการเติบโตทุติยภูมิ แต่มีลักษณะและขั้นตอนต่างออกไปจากพืชใบเลี้ยงคู่

Biology in real life

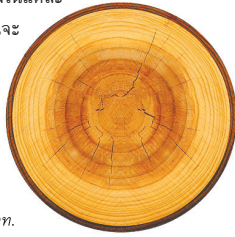
ไม้คอร์กหรือจุกขวดปิดปากขวดไวน์ทำมาจากเปลือกไม้ของต้นโอ๊ก เมื่อต้นโอ๊กมีอายุประมาณ 25-30 ปี จะเริ่มลอกเปลือกเพื่อทำไม้คอร์ก ไม้คอร์กที่ได้ครั้งแรกจะยังไม่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการใช้เป็นจุกปิดปากขวดไวน์ ต่อมาประมาณ 9-11 ปี ชั้นของไม้คอร์กจะเกิดขึ้นใหม่ และมีการลอกไม้คอร์กมาใช้ประโยชน์ทุก 9-11 ปี แต่หากนำมาผลิตจุกขวดให้คุณภาพดี ต้นโอ๊กควรมีอายุอย่างน้อย 50 ปี



Biology Focus

วงปี

ใน 1 ปี วาสคิวลาร์แคมเบียมจะแบ่งเซลล์เพิ่มขึ้นตามจำนวนมากขึ้นในแต่ละฤดู ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำและอาหาร ทำให้การสร้างเนื้อไม้ในแต่ละฤดูมากน้อยแตกต่างกัน เซลล์ชั้นไซเล็มที่สร้างขึ้นในฤดูฝนจะเจริญเร็ว มีขนาดใหญ่ ทำให้ไซเล็มกว้างและมีสีจาง ส่วนฤดูแล้งเซลล์จะมีขนาดเล็ก และมีสีเข้ม ลักษณะดังกล่าวทำให้เนื้อไม้มีสีจางและสีเข้มสลับกันมองเห็นเป็นวง เรียกว่า **วงปี (annual ring)**



ภาพที่ 1.30 วงปี
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ขั้นสอน

อธิบายความรู้

1. ครูนำเกม หรือความบันเทิงช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วม เพื่อเลือกตัวแทนนักเรียน 3-4 คน ออกมานำเสนองาน เรื่อง ลำต้นขยายขนาดได้อย่างไร แล้วให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายสิ่งที่ตัวแทนนักเรียนนำเสนอข้อมูล
2. ให้ตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอข้อมูลว่า ทำไมเนื้อไม้จึงมีสีเข้มและอ่อนแตกต่างกัน จากนั้นครูพิจารณาข้อมูลที่ตัวแทนนักเรียนนำเสนอ โดยมีแนวคำตอบ ดังนี้ เนื้อไม้ ประกอบด้วย แก่นไม้ และกระพี้ไม้ ซึ่งแก่นไม้ เป็นบริเวณที่มีไซเล็มที่มีอายุมาก ไม่สามารถลำเลียงน้ำได้เนื่องจากมีการสะสมของสารอินทรีย์มาสะสมจึงทำให้บริเวณนี้มีสีเข้ม ส่วนกระพี้ไม้ เป็นบริเวณที่มีไซเล็มที่มีอายุน้อย สามารถลำเลียงน้ำและธาตุอาหารได้เนื่องจากยังไม่มีสารอินทรีย์มาสะสมจึงทำให้บริเวณนี้มีสีอ่อน

ข้อสอบเน้น การคิด

วงปี (annual ring) ของพืชเกิดขึ้นได้ในส่วนของพืช

1. ในลำต้นของพืชจำพวกสน
2. ทั้งในลำต้นและในรากพืชใบเลี้ยงคู่
3. เฉพาะในลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่เท่านั้น
4. เฉพาะในลำต้นและรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวทุกชนิด
5. ในลำต้น รากพืชใบเลี้ยงคู่ทุกชนิดและลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด

วิเคราะห์คำตอบ ส่วนมากวงปีพบในลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ทุกชนิด และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด นอกจากนี้ ยังพบในรากพืชทุกชนิด (ตอบข้อ 5.)



เกร็ดแฉะครู

ครูอาจเพิ่มเติมความรู้เกี่ยวกับการนำเปลือกไม้มาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น เปลือกไม้อบเชย ใช้ผสมในเครื่องสำอาง มีสมบัติกระตุ้นและฆ่าเชื้อ ช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของเลือด หรือนำมาสกัดทำยาหอม ใช้สูดดมบรรเทาอาการไอ และโรคระบบทางเดินหายใจ นอกจากนี้ นิยมนำมาทำยาสมุนไพรที่มีสรรพคุณในการแก้จุกเสียด แน่นท้อง เป็นต้น



ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ

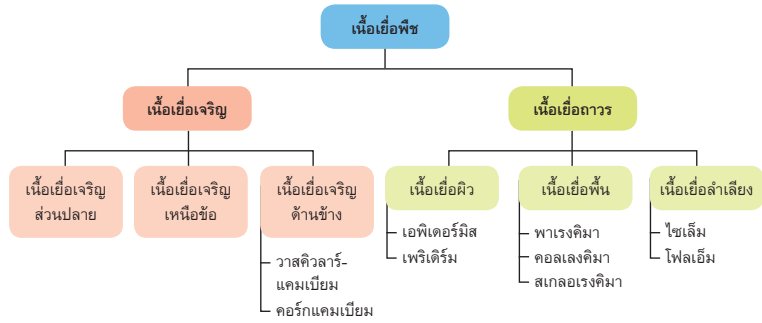
1. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำชิ้นงาน แบบจำลอง โครงสร้างภายในลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและ พืชใบเลี้ยงคู่ โดยให้นักเรียนจับกลุ่มอิสระ 4-5 คน ร่วมกันออกแบบใช้วัสดุที่มีความเหมาะสมในการทำแบบจำลอง และนำเสนอในรูปแบบที่สวยงาม
2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดลงในแบบฝึกหัด ชีววิทยา ม.5 เล่ม 1

Summary
โครงสร้างและหน้าที่
ของพืชดอก



เนื้อเยื่อพืช

เนื้อเยื่อพืช (plant tissue) เป็นกลุ่มเซลล์ของพืชหลายล้านเซลล์ที่มีลักษณะคล้ายกันมาอยู่รวมกันและ ทำหน้าที่เดียวกัน เนื้อเยื่อพืชแบ่งประเภทออกเป็นแผนผังได้ ดังนี้



อวัยวะและหน้าที่ของอวัยวะพืช

อวัยวะของพืช ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ และดอก ต่างทำหน้าที่กัน เพื่อให้พืชดำรงชีวิตอยู่ได้

ตารางที่ 1.2 : โครงสร้างและหน้าที่ของรากและลำต้นของพืช

อวัยวะ	หน้าที่	เนื้อเยื่อโครงสร้างภายใน	ภาพโครงสร้างภายใน	
			พืชใบเลี้ยงเดี่ยว	พืชใบเลี้ยงคู่
ราก	1. ดูดซึมน้ำและธาตุอาหาร 2. คำจุนและยึดส่วนต่าง ๆ ของพืช	1. เอพิเดอร์มิส 2. คอร์เทกซ์ 3. สตีล		
ลำต้น	1. ชูกิ่งก้านและใบ 2. ลำเลียงน้ำและอาหาร 3. สะสมอาหาร 4. สังเคราะห์ด้วยแสง 5. ขยายพันธุ์	1. เอพิเดอร์มิส 2. คอร์เทกซ์ 3. สตีล		

▲ ภาพที่ 1.66 โครงสร้างภายในของรากและลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ ที่มา : <http://ginkgobilobahelp.info>

กิจกรรม สร้างเสริม

ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือ วารสารวิชาการ เป็นต้น เพื่อศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของเนื้อเยื่อที่อยู่ภายในลำต้น แล้วนำมาเขียนสรุปเป็นผังมโนทัศน์ลงในกระดาษ A4 พร้อมนำเสนอในรูปแบบที่สวยงาม

กิจกรรม ทำทาย

ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่ม 5-6 คน ร่วมกันสำรวจหาต้นที่สามารถสังเกตเห็นวงปีชัดเจน ภายในชุมชนของตนเอง จากนั้นให้แต่ละกลุ่มบันทึกภาพด้วยกล้องดิจิทัล หรือวาดภาพลงในสมุด พร้อมทำนายอายุของต้นไม้ บรรยาย และระบุนองค์ประกอบต่าง ๆ ให้ถูกต้อง

ข้อสอบเน้น การคิด

หากต้องการตอนกิ่งต้นมะม่วงด้วยการลอกเปลือกไม้ เนื้อเยื่อชนิดใดจะถูกลอกออกมาพร้อมกับเปลือกไม้

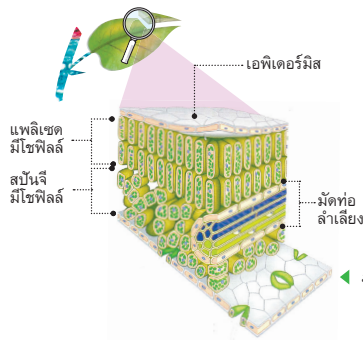
1. พืช
2. ไซเล็ม
3. โฟลเอ็ม
4. แคมเบียม
5. ไม่มีข้อใดถูก

(วิเคราะห์คำตอบ ในพืชใบเลี้ยงคู่เมื่อแคมเบียมแบ่งเซลล์โฟลเอ็ม จะถูกดันออกไปพร้อมกับเปลือกไม้ ดังนั้น ตอบข้อ 3.)



ใบ

โครงสร้างภายในของใบ ประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ 3 ชั้น ดังนี้



- เอพิเดอร์มิส เป็นเยื่อหุ้มใบทั้งด้านบนและด้านล่างของใบ ประกอบด้วยปากใบจำนวนมาก โดยเฉพาะด้านล่างใบ
- มีโซฟิลล์ เซลล์ส่วนใหญ่เป็นคอลเลงคิมา ทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง แบ่งเป็น 2 ชั้น คือ แพลซิเดมีโซฟิลล์และสปันจีมีโซฟิลล์
- มัดท่อลำเลียง ประกอบด้วยไซเล็มและโฟลเอ็มอยู่ภายในบันเดิลชีท ส่วนใหญ่อยู่ในชั้นสปันจีมีโซฟิลล์

ภาพที่ 1.67 โครงสร้างภายในของใบ ที่มา : <http://hchsbands.info>

หน้าที่ของใบ ได้แก่ สร้างอาหารโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แลกเปลี่ยนแก๊สหรือการหายใจ ควบคุมคุณภาพของน้ำโดยวิธีการคายน้ำ นอกจากนี้ ใบยังช่วยยึด ค้ำจุนลำต้น และดักจับแมลง

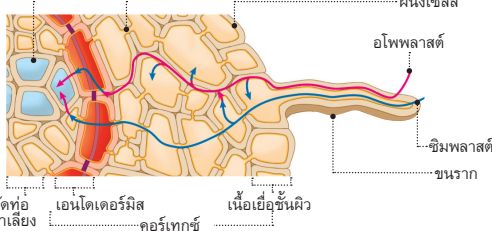
การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช

- ปัจจัยภายนอก ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นของแสง ความชื้น สภาพน้ำในดิน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
- ปัจจัยภายใน ได้แก่ ขนาดและรูปร่างของใบ การจัดเรียงตัวของใบ

การลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช

กลไกการเคลื่อนที่ของน้ำเข้าสู่ไซเล็ม

เวสเซล พลาสโมเดสมาทา



ทิศทางการเคลื่อนที่ของน้ำไปยังท่อไซเล็มเกิดขึ้นได้ 2 แบบ คือ

- อโพพลาสต์ น้ำผ่านทางผนังเซลล์หรือช่องว่างระหว่างเซลล์
- ซิมพลาสต์ น้ำผ่านทางพลาสโมเดสมาทาของเซลล์

ภาพที่ 1.68 การเคลื่อนที่ของน้ำเข้าสู่ท่อลำเลียงไซเล็ม ที่มา : คลังภาพ อจท.

ขั้นประเมิน

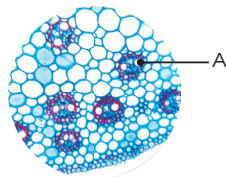
ตรวจสอบผล

1. ครูตรวจแบบฝึกหัด
2. ครูตรวจใบงาน เรื่อง หน้าที่และชนิดของลำต้น
3. ครูประเมินชิ้นงาน โครงสร้างภายในลำต้น เมื่อตัดตามขวาง
4. ครูประเมินชิ้นงาน PowerPoint
5. ครูประเมินชิ้นงาน แบบจำลองโครงสร้างภายในลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่
6. ครูประเมินการนำเสนอผลงาน
7. ครูประเมินการปฏิบัติการ
8. ครูประเมินพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
9. ครูประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
10. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ข้อสอบเน้น การคิด

จากภาพ บริเวณ A เป็นเนื้อเยื่ออะไร และเป็นโครงสร้างของพืชชนิดใด ตามลำดับ

1. ไซเล็ม จากพืชใบเลี้ยงคู่
2. ไซเล็ม จากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
3. โฟลเอ็ม ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่
4. โฟลเอ็ม รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
5. ไซเล็ม ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว



วิเคราะห์คำตอบ จากภาพ บริเวณ A คือ ไซเล็ม และกลุ่มมัดท่อลำเลียงกระจายอยู่ในชั้นคอร์เทกซ์ ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อที่พบในลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ดังนั้น ตอบข้อ 5.)



แนวทางการวัดและประเมินผล

ครูวัดและประเมินผลความเข้าใจในเนื้อหา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น ได้จากการทำกิจกรรม โครงสร้างภายในลำต้น จากแบบประเมินการปฏิบัติการโดยศึกษาเกณฑ์การวัดและประเมินผลที่อยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1		หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	
ชื่อผู้เรียน	ชื่อผู้สอน	ชื่อผู้เรียน	ชื่อผู้สอน
1.	1. ...	...
2.	2. ...	...
3.	3. ...	...
4.	4. ...	...
5.	5. ...	...
6.	6. ...	...
7.	7. ...	...
8.	8. ...	...
9.	9. ...	...
10.	10. ...	...

แนวตอบ Self Check

1. ถูก
2. ผิด
3. ผิด
4. ผิด
5. ผิด

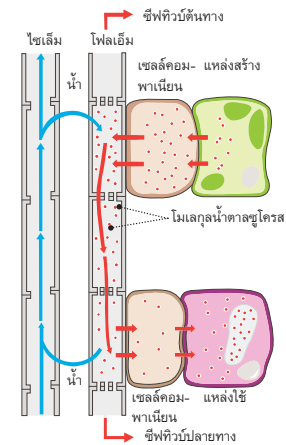
ธาตุอาหารของพืช

ธาตุอาหารของพืชแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

- ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ N K P Ca Mg และ S
- ธาตุอาหารรอง ได้แก่ Cl Fe B Zn Mn Cu และ Mo

การลำเลียงอาหารของพืช

- อาหาร หรือน้ำตาลส่วนมากสร้างที่ใบ แล้วลำเลียงในรูปของน้ำตาลซูโครสไปยังส่วนต่างๆ ของพืช
- น้ำตาลซูโครสจะถูกลำเลียงไป 2 ทิศทาง คือ ขึ้นด้านบนและด้านล่างไปยังยอดและราก
- อาหารหรือน้ำตาลจากแหล่งสร้างจะลำเลียงเข้าสู่ท่อไซเล็มด้วยกระบวนการแอกทีฟทรานสปอร์ต และอาศัยน้ำจากเซลล์เข้าเคียงออสโมซิสเข้ามาต้นให้อาหารเคลื่อนที่ไปตามท่อลำเลียงอาหาร



▲ ภาพที่ 1.69 กลไกการลำเลียงอาหารของพืช ที่มา : คลังภาพ อจท.

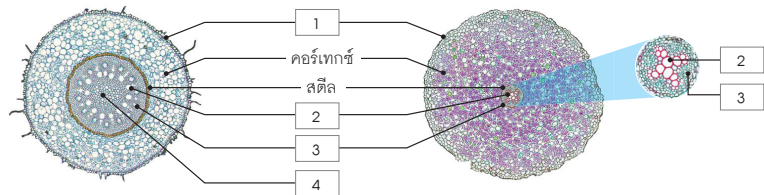
Self Check

ให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจ โดยพิจารณาข้อความว่าถูกหรือผิด แล้วบันทึกลงในสมุด หากพิจารณาข้อความไม่ถูกต้อง ให้กลับไปทบทวนเนื้อหาตามที่หัวข้อกำหนดให้

	ถูก/ผิด	กนกวนที่หัวข้อ
1. การสังเคราะห์ด้วยแสงส่วนมากเกิดขึ้นที่ใบเนื่องจากบริเวณผิวใบมีเนื้อเยื่อเอพิเดอร์มิส	●	1.2
2. ไซเล็มทุกยุงมีจะถูกดันเข้าสู่แกนกลางของลำต้น เรียกว่า กระพี้ไม้ ซึ่งเป็นเซลล์ที่ยังคงมีชีวิตอยู่ สามารถลำเลียงน้ำได้	●	2.2
3. เมื่อความเข้มข้นของแสงมากขึ้นปริมาณ K ⁺ ในเซลล์จะลดลง ทำให้ความต่งของเซลล์มากขึ้น มีผลทำให้ปากใบเปิด	●	3
4. พืชอาศัยแรงดึงจากการคายน้ำ ช่วยให้น้ำไหลไปตามท่อลำเลียงอย่างต่อเนื่อง	●	4
5. น้ำตาลซูโครสเข้าสู่ไซเล็มด้วยกระบวนการออสโมซิส	●	5.2

ข้อสอบเน้น การคิด

จากภาพ จงระบุส่วนประกอบลงในหมายเลขที่กำหนดให้ พร้อมอธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบ



วิเคราะห์คำตอบ

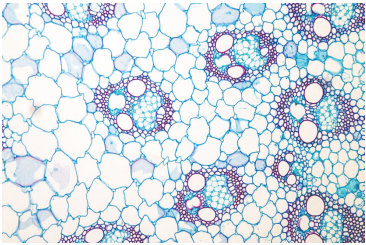
1. เอพิเดอร์มิส เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกสุดมีเซลล์ที่เรียงตัวกันเพียงชั้นเดียวและมีผนังเซลล์บาง ไม่มีคลอโรพลาสต์ บางเซลล์จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นขนราก
2. ไซเล็ม ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและธาตุอาหารจากรากไปยังส่วนต่างๆ
3. ไฟลเอ็ม ทำหน้าที่ลำเลียงอาหารจากใบไปสู่ส่วนต่างๆ
4. พิต ส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อพาราไคมา ทำหน้าที่สะสมสารต่างๆ



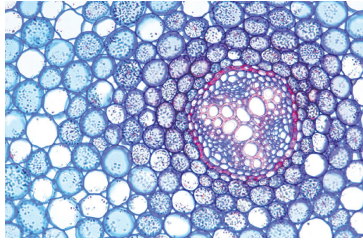
Unit Question 1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

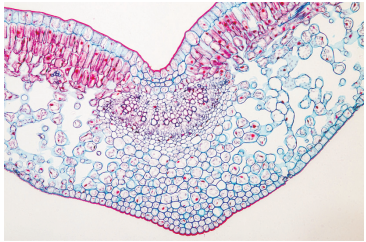
- จงเปรียบเทียบเนื้อเยื่อต่อไปนี้
 - พวงหรีดกับคอลเลจิม
 - ไซเล็มกับโฟลเอ็ม
 - คอร์กแคมเบียมกับวาสคิวลาร์แคมเบียม
 - เอพิเดอร์มิสกับเอนโดเดอร์มิส
 - ไฟเบอร์กับสเกลอริด
- จากภาพ ก. ข. ค. และ ง. เป็นโครงสร้างของอวัยวะและพืชชนิดใด เพราะเหตุใด



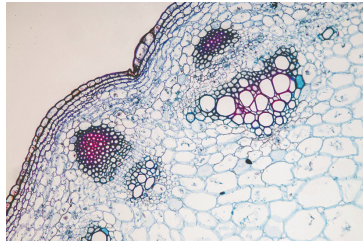
ก.



ข.



ค.



ง.

▲ ภาพที่ 1.70 โครงสร้างเนื้อเยื่อในอวัยวะต่าง ๆ ของพืช ที่มา : คลังภาพ อจท.

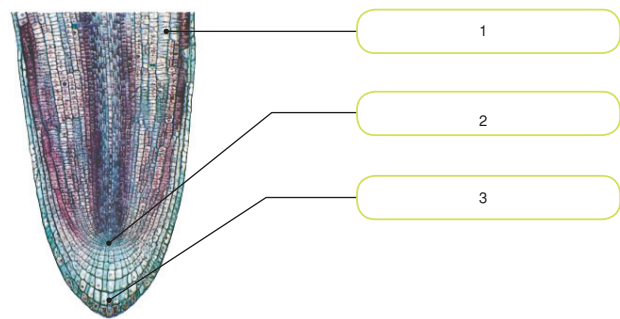
โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก 55

แนวตอบ Unit Question

- 1.1 พวงหรีดมีเนื้อเยื่อที่บางสม่ำเสมอ แต่คอลเลจิมมีเนื้อเยื่อที่บางไม่สม่ำเสมอ และพวงหรีดเป็นเนื้อเยื่อพื้นใน ส่วนประกอบต่างของพืช มีหน้าที่ที่หลากหลาย เช่น สังเคราะห์ด้วยแสง สะสมอาหารและ สารต่าง ส่วนคอลเลจิมทำหน้าที่ให้ความ แข็งแรงแก่โครงสร้างพืช
 - 1.2 ไซเล็มและโฟลเอ็มเป็นเนื้อเยื่อลำเลียงที่มีเนื้อเยื่อพวงหรีด ช่วยสะสมอาหาร และไฟเบอร์ช่วยเพิ่มความแข็งแรง แต่ไซเล็มแตกต่างกับโฟลเอ็ม คือ ไซเล็มมีเซลล์ลำเลียงน้ำ ประกอบไปด้วย เทรคีด ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีรูปร่างยาวเรียวยาว ทรงกระสวย มีรูพรุนด้านข้าง และเวสเซลเป็นเซลล์ที่มีรูปร่างอ้วนสั้น ทรงกระบอกหัวท้ายมีรูทะลุต่อกันเหมือนท่อประปา ทั้งสองเซลล์เป็นเซลล์ที่ไม่มีชีวิต ส่วนโฟลเอ็มมีเซลล์ลำเลียงอาหาร ประกอบไปด้วย ซีฟทีว็บ ไซเลียมอาหาร เป็นเซลล์ที่มีชีวิต แต่ไม่มีนิวเคลียส เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการลำเลียงอาหาร ถูกควบคุมโดยเซลล์ค้อมพาเนียม ที่หัวท้ายมีตะแกรง เรียกว่า ซีฟเพลต
 - 1.3 คอร์กแคมเบียมเป็นเนื้อเยื่อเจริญด้านข้างที่อยู่ระหว่างคอร์กกับโฟลเอ็ม ส่วนวาสคิวลาร์แคมเบียมเป็นเนื้อเยื่อเจริญด้านข้างอยู่ระหว่างไซเล็มกับโฟลเอ็ม
 - 1.4 เอพิเดอร์มิสและเอนโดเดอร์มิสเป็นเซลล์ที่เรียงตัวแถวเดียว โดยเอพิเดอร์มิสเป็นชั้นที่อยู่นอกสุด ส่วนเอนโดเดอร์มิสเป็นชั้นที่อยู่ ในสุดของคอร์เทกซ์
 - 1.5 ไฟเบอร์และสเกลอริดเป็นเนื้อเยื่อสเกลอริดพวงหรีด ซึ่งไฟเบอร์มีลักษณะเป็นเส้นใย มีรูปร่างยาวเรียวยาว หัวท้ายแหลม ส่วนสเกลอริดมีรูปร่างหลายแบบ เช่น รูปดาว รูปหลายเหลี่ยม เป็นต้น
2. ก. ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เนื่องจากกลุ่มมัดท่อลำเลียงกระจายอยู่ในชั้นสตีล
 - ข. รากพืชใบเลี้ยงคู่ เนื่องจากมีจำนวนแฉกของไซเล็มประมาณ 3-4 แฉก
 - ค. ใบของพืชทั่วไป (พืช C_3) เนื่องจากภายในโครงสร้างใบมีเซลล์ 2 ชั้น คือ แพลลิสเดมิไซฟิลล์กับสปีนจ์มีไซฟิลล์
 - ง. ลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่ เนื่องจากมัดท่อลำเลียงเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ

3. บริเวณหมายเลข 1 คือ บริเวณเปลี่ยนแปลงสภาพและเจริญเต็มที่ของเซลล์
บริเวณหมายเลข 2 คือ บริเวณยืดตามยาวของเซลล์
บริเวณหมายเลข 3 คือ บริเวณการแบ่งเซลล์
บริเวณหมายเลข 4 คือ ทมวกราก
4. กระเทียม คือ ส่วนของใบ
ไซเท้าและแคร์รอต คือ ส่วนของราก
มันฝรั่ง คือ ส่วนของลำต้น
5. หมายเลข 1 คือ เอพิเดอร์มิส
หมายเลข 2 คือ แพลลิสเดอมีไซฟิลล์
หมายเลข 3 คือ สปันจิมไซฟิลล์
หมายเลข 4 คือ กลุ่มมัดท่อลำเลียง
หมายเลข 5 คือ เซลล์คุม

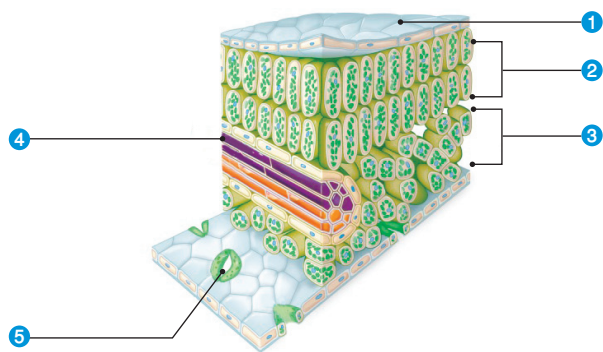
3. จากภาพ บริเวณหมายเลข 1 2 และ 3 คือบริเวณใด และเป็นเนื้อเยื่อประเภทใด



▲ ภาพที่ 1.71 โครงสร้างภายในของปลายรากพืช
ที่มา : <http://hesed.info>

4. กระเทียม ไซเท้า แคร์รอต มันฝรั่ง เป็นส่วนประกอบที่นิยมนำมาทำอาหาร ส่วนประกอบเหล่านี้คือส่วนใดของพืช ตามลำดับ

5. จงระบุส่วนประกอบจากภาพต่อไปนี้



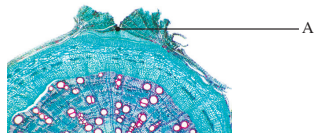
▲ ภาพที่ 1.72 โครงสร้างภายในของใบ
ที่มา : <http://nchsbands.info>

6. แตกต่างกัน สามารถสรุปเป็นตาราง ดังนี้

ส่วนของพืช	พืชใบเลี้ยงคู่	พืชใบเลี้ยงเดี่ยว
ราก	ท่อไซเล็มจะเรียงตัวเป็นแถว และมีท่อโฟลเอ็มแทรกตัวอยู่ระหว่างแถว	ท่อไซเล็มจะเรียงตัวอยู่รอบๆ พืช และมีท่อโฟลเอ็มแทรกตัวอยู่ระหว่างท่อไซเล็ม
ลำต้น	ท่อไซเล็มและท่อโฟลเอ็มจะเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ	ท่อไซเล็มและท่อโฟลเอ็มจะเรียงตัวกระจัดกระจาย ไม่เป็นระเบียบ

7. บริเวณปลายรากพืชมีทมวกรากที่หลังเมื่อออกมา ทำให้รากขนไซลงไปในดินได้สะดวกมากขึ้น ประกอบกับธาตุอาหารที่ละลายในน้ำในรูปสารละลายแพร่เข้าสู่ราก ทำให้พืชสามารถนำธาตุอาหารที่อยู่ภายในดินไปใช้ในการเจริญเติบโตได้
8. โครงสร้างภายนอกของใบ ประกอบด้วย ก้านใบ แผ่นใบ เส้นใบ และหูใบ
9. พบในชั้นเอพิเดอร์มิส เนื่องจากภายในเซลล์คุมมีคลอโรพลาสต์ และชั้นมีไซฟิลล์
10. แพลลิสเดอมีไซฟิลล์มีรูปร่างเรียวยาว เรียงตัวในแนวตั้งฉากกับเอพิเดอร์มิส ส่วนสปันจิมไซฟิลล์มีรูปร่างค่อนข้างกลม เรียงตัวหลวมๆ ไม่เป็นระเบียบ

6. การจัดเรียงตัวของมัดท่อลำเลียงในรากและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่และใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร
7. พืชนำน้ำและธาตุอาหารที่อยู่ในดินไปใช้ได้อย่างไร จงอธิบายพอสังเขป
8. โครงสร้างภายนอกของใบประกอบไปด้วยอะไรบ้าง
9. คลอโรพลาสต์พบในโครงสร้างภายในของใบที่ส่วนใด
10. แพลซิเดอมีไซฟิลล์แตกต่างกับสปีนจ์มีไซฟิลล์อย่างไร
11. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างใบเดี่ยวกับใบประกอบ และยกตัวอย่างพืชที่มีใบเดี่ยวและใบประกอบมาอย่างน้อย 3 ชนิด
12. จากภาพ บริเวณ A คืออะไร ทำหน้าที่อะไร



▲ ภาพที่ 1.73 ลำต้นพืช
ที่มา : คลังภาพ อจท.

13. จงอธิบายกลไกการเปิด-ปิดของปากใบ
14. ปัจจัยภายในที่มีผลต่อการคายน้ำของพืชได้แก่อะไรบ้าง และมีผลอย่างไร
15. ความเข้มของแสงมีผลต่อการคายน้ำของพืชอย่างไร
16. ในช่วงเดือนเมษายนพืชจะมีอัตราการคายน้ำเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับช่วงเดือนธันวาคม
17. ในวันที่มีการจราจรแออัด ปากใบพืชที่ปลูกอยู่บริเวณริมถนนจะมีลักษณะเป็นอย่างไร
18. ปากใบแบบจมและแบบยกสูงพบได้ในพืชชนิดใด ตามลำดับ
19. หากนักเรียนต้องการให้พืชมีอัตราการคายน้ำมากที่สุด จะจำลองสภาพแวดล้อมให้กับพืชชนิดนี้ได้อย่างไร
20. จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการคายน้ำกับการลำเลียงน้ำ และธาตุอาหารของพืช

11. ใบเดี่ยวมีแผ่นใบเพียงแผ่นเดียวติดกับก้านใบที่แตกออกมาจากลำต้น หรือกิ่ง เช่น ชมพู่มะม่วง เป็นต้น ส่วนใบประกอบ เป็นใบที่แยกออกเป็นใบเล็ก ๆ ตั้งแต่ 2 ใบขึ้นไป ติดกับก้านใบก้านเดียว เช่น ใบมะขาม กระจดิน เป็นต้น
12. เลนทิเซล เป็นรอยแตกบริเวณเปลือกของลำต้น ทำหน้าที่คายน้ำ
13. เมื่อพืชได้รับแสง จะมีการลำเลียงโฟลแทสซีเอ็ม ไอออนเข้าสู่เซลล์คุมมากขึ้น ส่งผลให้ความเข้มข้นของสารละลายภายในเซลล์คุมเพิ่มขึ้น น้ำจากเซลล์ข้างเคียง จึงแพร่เข้าสู่เซลล์คุม ทำให้เซลล์คุมเต่ง ปากใบจึงเปิด ในทางตรงข้ามเมื่อพืชไม่ได้รับแสง การลำเลียงโฟลแทสซีเอ็ม ไอออนเข้าสู่เซลล์คุมจะลดลง ทำให้ความเข้มข้นของสารละลายภายในเซลล์คุมลดลง น้ำภายในเซลล์คุมจึงแพร่ออกทำให้เซลล์เหี่ยว ปากใบจึงปิด
14. ปัจจัยภายในที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช มีดังนี้
 - 1) ขนาดและรูปร่างของใบ ใบพืชที่มีขนาดใหญ่และกว้างจะมีการคายน้ำมากกว่า
 - 2) การจัดเรียงตัวของใบ ถ้าพืชหันทิศทางอยู่ในมุมที่ตรงกันข้ามกับแสงอาทิตย์เป็นมุมกว้างจะคายน้ำได้มากกว่า
 - 3) จำนวนราก พืชที่มีรากจำนวนมาก จะคายน้ำได้มากกว่า
15. ความเข้มของแสงมาก จะส่งผลให้ปากใบของพืชเปิดมากขึ้น เกิดการคายน้ำมากขึ้น ในทางตรงข้ามถ้าความเข้มแสงน้อย ปากใบของพืชจะหริ่งและทำให้พืชคายน้ำลดลง
16. ช่วงเดือนเมษายนเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิสูง จะทำให้ปากใบพืชเปิดกว้างส่งผลให้เกิดการคายน้ำได้มากและรวดเร็วกว่าในช่วงเดือนธันวาคม ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า แต่ในบางวันของช่วงเดือนเมษายนที่มีอุณหภูมิสูงมากเกินไป ปากใบพืชจะปิดเนื่องจากพืชต้องรักษาน้ำไว้ภายในร่างกาย

17. วันที่มีการจราจรแออัด มีความเป็นไปได้ว่า ปริมาณของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศค่อนข้างสูงกว่าวันปกติ ดังนั้น ปากใบของพืชในบริเวณนั้นจะหริ่ง
18. ปากใบพืชแบบจม พบได้ในพืชที่อยู่บริเวณแห้งแล้ง เช่น กระบองเพชร ส่วนปากใบพืชแบบยกสูง พบได้ในพืชที่เจริญอยู่ในน้ำ หรือที่ชื้นแฉะ เช่น หญ้าชายเลน เป็นต้น
19. บริเวณนั้นต้องมีแสงพอเหมาะ มีลมพัด อุณหภูมิสูง และมีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำ
20. การคายน้ำของพืชออกทางปากใบ หรือออกทางบริเวณรอยแตกของลำต้น จะทำให้เกิดแรงดึงจากการคายน้ำ ส่งผลให้รากพืชดูดน้ำที่อยู่ภายในดินได้มากขึ้น

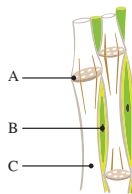
21. 21.1 กัดเต้าน
 21.2 บริเวณนั้นมีสภาวะอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงมาก และน้ำในดินมีปริมาณมากพอ
 21.3 เกิดขึ้น เนื่องจากรูไฮดาโทดอยู่ตามขอบใบ หรือปลายใบ
22. 22.1 A คือ ซีฟพลอต หรือเซลล์ตะแกรง
 B คือ เซลล์คอมพานีเนียน
 C คือ ซีฟทิวบ์เมมเบอร์
- 22.2 โพลเอม
 22.3 ราก ลำต้น และใบ
23. ทำให้ปากใบพืชปิด เพื่อลดการสูญเสียน้ำ
24. เมื่อพืชอยู่ในสภาวะเครียด เช่น น้ำในดินมีปริมาณน้อย เป็นต้น
25. 1 วิธี คือ และแบบซิมพลาสต์เนื่องจากน้ำจะเคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์จนรากได้ 2 แบบ คือ แบบอโพพลาสต์และแบบซิมพลาสต์ เมื่อมาถึงชั้นเอนโดเดอร์มิสน้ำจะถูกลำเลียงในรูปแบบซิมพลาสต์เพียงแบบเดียวก่อนเข้าสู่ท่อไซเล็ม
26. ต้นทานตะวันจะเจริญไม่ดี และตายในเวลาต่อมา เนื่องจากต้นทานตะวันไม่สามารถลำเลียงอาหารได้ เพราะท่อโพลเอมหลุดออกไปพร้อมกับเปลือกไม้
27. แตกต่างกัน คือ พืชจะลำเลียงน้ำและธาตุอาหารจากรากไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืช และพืชจะลำเลียงอาหารจากใบไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืช
28. ทรานสโลเคชัน

21. พิจารณาภาพที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



▲ ภาพที่ 1.74 ต้นหญ้า
 ที่มา : <http://www.gloomy-grim.info>

22. จากภาพ จงตอบคำถามต่อไปนี้



▲ ภาพที่ 1.75 เนื้อเยื่อพืช
 ที่มา : คลังภาพ อจท.

- 21.1 จากภาพเป็นปรากฏการณ์ใด
 21.2 บริเวณที่เกิดปรากฏการณ์นี้มีลักษณะอากาศอย่างไร
 21.3 หากเคลื่อนใบด้วยน้ำยาทาเล็บบริเวณแผ่นใบ ปรากฏการณ์นี้จะยังเกิดขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด
- 22.1 ภาพ A B และ C คือเซลล์ชนิดใด
 22.2 จากภาพเป็นเนื้อเยื่อประเภทใด
 22.3 เนื้อเยื่อชนิดนี้พบในอวัยวะใดของพืชบ้าง
23. กรดแอบไซซิกมีผลต่อพืชอย่างไร พืชจะหลั่งฮอร์โมนชนิดนี้เมื่อใด
24. การจัดเรียงตัวของมัดท่อลำเลียงในรากและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
25. น้ำและธาตุอาหารในรากพืชจะเคลื่อนที่เข้าสู่ท่อลำเลียงไซเล็มได้กี่วิธี อะไรบ้าง
26. หากทดลองควั่นเปลือกไม้จนถึงชั้นแคมเบียมของต้นทานตะวัน และควั่นเปลือกต้นฝอยในความลึกที่เท่ากัน เมื่อผ่านไประยะเวลาหนึ่งนักเรียนคิดว่าผลจะเป็นอย่างไร
27. ทิศทางในการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืชแตกต่างกับทิศทางในการลำเลียงอาหารของพืชหรือไม่ อย่างไร
28. กระบวนการลำเลียงอาหารของพืชเรียกว่าอะไร