

นวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนวิชา

ชีววิทยา 2

“โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก”

ผู้จัดทำ

นางสำเนียง มาพร

ครูชำนาญการพิเศษ



โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร อ.เมือง จ.มหาสารคาม

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

แบบรายงานการสร้างนวัตกรรม

1. **ชื่อนวัตกรรม** การพัฒนารูปแบบการสอนแบบ WC3E รายวิชาชีววิทยา 2 (ว30242) หน่วยที่ 2 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร

2.ชื่อผู้สร้าง

ชื่อ นางสาวเนียง นามสกุล มาพร ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร เขต/อำเภอ เมือง จังหวัดมหาสารคาม

มือถือ 0908598353 E-mail address samneang_2509@hotmail.com

3.แนวทางการคิดค้นนวัตกรรม

☒ แสวงหานวัตกรรม/แบบอย่างที่ดีจากแหล่งต่างๆที่เคยมีผู้สร้างหรือ ทำไว้แล้ว แล้วนำมาปรับปรุง หรือพัฒนาใหม่

☐ การสร้างนวัตกรรมใหม่

4.ประเภทของนวัตกรรม

☐ การบริหารจัดการศึกษา ☒ การจัดการเรียนรู้ ☐ การนิเทศ ติดตามและประเมินผล

5. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ผลจากคะแนนO-Net วิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพในระดับโรงเรียน ได้เท่ากับ 28.81 มีคะแนนที่ต่ำกว่า ระดับ จังหวัด ได้เท่ากับ 30.45 ทำให้ผู้สอนต้องคิดหาวิธีการที่จะทำให้นักเรียน เกิดการวิเคราะห้เป็น นอกจากนี่ยัง ทำให้นักเรียนได้เข้าใจเนื้อหาและจำได้คงทนที่สุด โดยวิธีการที่ทำนวัตกรมนี้นี้เป็นการเรียน ปนความคิดเชิง สรรค์ นักเรียนกล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออกในสิ่งที่เหมาะสมที่ควร ซึ่งเป็นการฝึกนักเรียนในส่วนนี้ด้วย ใน ศตวรรษที่ 21 ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เศรษฐกิจเติบโต อีกทั้งโลกของ การแข่งขันได้เปลี่ยนรูปแบบจากการผลิตที่ใช้แรงงานไปสู่การผลิตที่ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเป็นฐานสำคัญ ดังนั้น เพื่อให้สถาบันการศึกษาอยู่รอดได้ ครูผู้สอนในยุคนี้จึงจำเป็นต้องศึกษา แสวงหาและพัฒนาความรู้และ ความคิดสร้างสรรค์เพื่อการสร้างสิ่งใหม่ที่เรารู้จักว่า นวัตกรรม ทั้งที่เป็นสิ่งประดิษฐ์ กระบวนการคิด การ บริการและรูปแบบการสอนแบบใหม่ รวมทั้งต้องรู้จักวิธีการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างความเป็นผู้นำและ สร้างความสำเร็จให้กับผู้เรียน ด้วยตระหนักถึงความสำคัญและความจำเป็นที่ผู้เรียน รับและควรจะต้องเรียนรู้ เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนนวัตกรรมในมิติต่างๆ เพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขัน ด้วยการเพิ่ม ศักยภาพให้กับผู้เรียน ซึ่งจะเป็นการสร้างคุณค่าให้กับสถาบันในภาพรวม โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร ในสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา มหาสารคาม กระทรวงศึกษาธิการ จึงได้มอบหมายให้ครูผู้สอน สร้างนวัตกรรม ขึ้น

6.วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาชีววิทยา 2 หน่วยที่ 2 เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร

2. เพื่อวัดเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาชีววิทยา 2 หน่วยที่ 2 เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร

3. เพื่อวัดความพึงพอใจในการเรียนวิชาชีววิทยา 2 หน่วยที่ 2 เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร

7.กลุ่มเป้าหมาย

- ประชากร/กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 29 คน

- ระยะเวลาดำเนินการ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

8.หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่ใช้

1. การจัดการเรียนการสอนแบบ 5 E

2.ใช้หลักการและทฤษฎีทางจิตวิทยาการศึกษา

2.1 ทฤษฎีจากกลุ่มพฤติกรรมนิยม นักจิตวิทยาการศึกษากลุ่มนี้ เช่น chafe Watson Pavlov, Thorndike, Skinner ซึ่งทฤษฎีของนักจิตวิทยากลุ่มนี้มีหลายทฤษฎี เช่น ทฤษฎีการวางเงื่อนไข (Conditioning Theory) ทฤษฎีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง (Connectionism Theory) ทฤษฎีการเสริมแรง (Stimulus-Response Theory) ทฤษฎีการวางเงื่อนไข (Conditioning Theory) เจ้าของทฤษฎีนี้คือ พอลลอบ (Pavlov) กล่าวไว้ว่า ปฏิกริยาตอบสนองอย่างใดอย่างหนึ่งของร่างกายของคนไม่ได้มาจากสิ่งเร้าอย่างใดอย่างหนึ่งแต่เพียงอย่างเดียว สิ่งเร้าหนึ่งก็อาจจะทำให้เกิดการตอบสนองเช่นนั้นได้ ถ้าหากมีการวางเงื่อนไขที่ถูกต้องเหมาะสม ทฤษฎีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง (Connectionism Theory) เจ้าของทฤษฎีนี้ คือ ธอร์นไดค์ (Thorndike) ซึ่งกล่าวไว้ว่า สิ่งเร้าหนึ่ง ๆ ย่อมทำให้เกิดการตอบสนองหลาย ๆ อย่าง จนพบสิ่งที่ตอบสนองที่ดีที่สุด เขาได้ค้นพบกฎการเรียนรู้ที่สำคัญคือ

1. กฎแห่งการผล (Law of Effect)

2. กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise)

3. กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness)

2.2 การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง เป็นการเรียนรู้แบบ Learning by doing ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ แนวคิดนี้จะจัดการสอนแบบโครงงาน (Project-based learning) เป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนได้เรียนจากการปฏิบัติจริง เป็นการเรียนจากประสบการณ์ตรง ผู้เรียนได้ทดลองทำ ปฏิบัติ เสาะหาข้อมูล จัดระเบียบข้อมูล พิจารณาหาข้อสรุป ค้นคว้าหาวิธีการ กระบวนการด้วยตนเอง หรือร่วมกันเป็นกลุ่ม เน้นให้ผู้เรียนมีอิสระในการศึกษาหาความรู้ตามความสนใจให้ผู้เรียน ได้รู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น ให้ได้ ค้นคว้าข้อมูลความรู้จากแหล่งต่าง ๆ มิใช่เฉพาะในห้องเรียนเท่านั้น ทำให้ผู้เรียนเกิดนิสัยการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้ด้วยความมั่นใจ ผลการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีประสบการณ์จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ดังนี้

1. ผู้เรียนมีความสุขกับการเรียน ได้เรียนรู้อย่างสนุกสนานผ่านกิจกรรมที่หลากหลายและสิ่งที่เร้าความสนใจ

2. ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจ ตามความถนัดและศักยภาพด้วยการศึกษา ค้นคว้า ฝึกปฏิบัติ ฝึกทักษะจนถึงการเรียนรู้ด้วยตนเองทำให้เกิดความเชื่อมั่นเป็นแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ ใฝ่เรียน
3. กิจกรรมกลุ่มช่วยเสริมสร้างลักษณะนิสัยที่พึงประสงค์ เกิดกระบวนการทำงาน เช่น มีการวางแผนการทำงาน มีความรับผิดชอบ เสียสละ เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ มีวินัยในตนเอง มีพฤติกรรมที่เป็นประชาธิปไตย เป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี รู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ผู้เรียนที่เรียนรู้ซ้ำจะเรียนรู้อย่างมีความสุข มีชีวิตชีวา ได้รับกำลังใจและได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อน ทำให้เกิดความมั่นใจ ผู้เรียนที่เรียนดีจะได้แสดงความสามารถของตน มีความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ และแบ่งปันสิ่งที่ดีให้แก่อน
4. ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดจากการร่วมกิจกรรมและการค้นหาคำตอบจากประเด็นคำถาม ของผู้สอน และเพื่อน ๆ สามารถค้นหาคำตอบและวิธีการได้ด้วยตนเอง สามารถแสดงออกได้ชัดเจนมีเหตุผล
5. ทุกขั้นตอนการจัดกิจกรรม จะสอดแทรกคุณธรรมและจริยธรรม เพื่อให้ผู้เรียนได้ซึมซับสิ่งที่ดีงามไว้ในตนเองอยู่ตลอดเวลา
6. คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้และการปฏิบัติงาน โดยให้แต่ละคนเรียนรู้เต็มตามศักยภาพของตน ไม่นำผลงานของผู้เรียนมาเปรียบเทียบกับกัน มุ่งให้ผู้เรียนแข่งขันกับตนเองและไม่เล็งผลเลิศจนเกินไป
7. ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน คือ ผู้เรียนเรียนอย่างมีความสุข เกิดการพัฒนารอบด้าน มีอิสระที่จะเลือกวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนเอง และนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

9.การออกแบบนวัตกรรม

ในการจัดการเรียนการสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาชีววิทยา 2 หน่วยที่ 2 เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร มีขั้นตอนการออกแบบนวัตกรรมดังนี้

- 9.1 วิเคราะห์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560)
- 9.2 วิเคราะห์ธรรมชาติ ความต้องการ ความสนใจของผู้เรียน
- 9.3 วิเคราะห์เนื้อหาที่สอดคล้องกับธรรมชาติ ความต้องการ ความสนใจ ของผู้เรียน
- 9.4 จัดระบบข้อมูลทีวิเคราะห์ได้เพื่อนำไปสู่การจัดการเรียนรู้
- 9.5 จัดรูปแบบการสอนที่สอดคล้องกับธรรมชาติ ความต้องการ ความสนใจของผู้เรียน
- 9.6 นำนวัตกรรมไปทดลองใช้ในการจัดการเรียนการสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร
- 9.7 นำรูปแบบการสอนให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
- 9.8 นำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรียนวิชาชีววิทยา 2 หน่วยที่ 2 เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร
- 9.10 ประเมินผลการเรียนรู้เพื่อพัฒนารูปแบบการสอน

10. วิธีดำเนินการ

จัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามแผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา 2 ว 30242 หน่วยที่ 2 โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สารชีววิทยา ข้อ 3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการเรียนรู้ที่. 2 สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง ภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืช ใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง และนำนวัตกรรมไปสอดแทรกในกระบวนการเรียนการสอนในรูปแบบ WC3E ดังนี้

W (Worm up) หมายถึง เตรียมความพร้อมในการเรียนรู้ เริ่มตั้งแต่การเข้ามาในชั้นเรียน และเพื่อเป็นการรวมนักเรียนให้เข้ามาสนใจเรียน โดยการนำเกมต่างๆ มาให้นักเรียนได้มาร่วมกัน หลังจากนั้น จึงแจ้งวัตถุประสงค์ในการเรียน มีการทดสอบก่อนเรียน และตั้งคำถามเพื่อเข้าสู่การเรียนรู้

C (Collec data) หมายถึง เก็บรวบรวมข้อมูลในด้านต่างๆที่เรียน ได้แก่ การทำการทดลอง การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ทั้งในอินเทอร์เน็ต ในหนังสือ หรือใบความรู้ที่ได้รับ หรือการสืบค้นจากผู้รู้ต่างๆ

E (Explanation) หมายถึง อธิบายและสรุป การนำความรู้ที่ได้มานำเสนอในกลุ่มหรือในชั้นเรียน

E (Elabolation) หมายถึง ขยายผล นอกจากความรู้ในเนื้อหาวิชาแล้ว นักเรียนและครูช่วยกันขยายความรู้ไปสู่การนำไปใช้ในชีวิตประจำวันด้วย

E (Evaluation) หมายถึง ประเมินผล นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

11. ผลการสร้างหรือพัฒนานวัตกรรม

ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) นักเรียนสามารถเข้าใจ อธิบาย สรุป วิเคราะห์ และสังเคราะห์องค์ความรู้ที่ได้รับ แล้วสามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้

ด้านทักษะพิสัย (Affective Domain) นักเรียนมีทักษะการสังเกต การนำเสนอ และทักษะชีวิต

ด้านเจตพิสัย (Psychomotor Domain) นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ ทำงานเป็นกลุ่ม มีความสุขในการเรียนรู้

12. การเผยแพร่นวัตกรรม

เผยแพร่ช่องทาง You Tube, Facebook . like ,วารสาร และสื่ออินเทอร์เน็ตต่างๆ

ลงชื่อผู้รายงาน

(นางสำเนียง มาพร)

ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ



แผนการจัดการเรียนรู้

รหัสวิชา ว 30242 รายวิชา ชีววิทยา 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร พุทธศักราช 2551(ฉบับปรับปรุง 2563)

ผู้สอน

นางสำเนียง มาพร

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กระทรวงศึกษาธิการ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร

ที่

วันที่ 12 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2565

เรื่อง ขออนุมัติใช้แผนการจัดการเรียนรู้

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร

ตามที่ข้าพเจ้า นางสาวเนียง มาพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติหน้าที่สอนตามคำสั่งโรงเรียนที่ 70/2565 ลงวันที่ 9 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2565 ให้ปฏิบัติงานสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รหัสวิชา ว30243 รายวิชา ชีววิทยา จำนวน 1.5 หน่วยกิต ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 นั้น

ข้าพเจ้าจึงได้วิเคราะห์ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จัดทำคำอธิบายรายวิชา โครงสร้างรายวิชา เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนมหาชัยพิทยาคารพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2563) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อที่จะได้นำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้บรรลุเป้าหมายของหลักสูตรต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

ลงชื่อ ครูผู้สอน

(นางสาวเนียง มาพร.)

ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ

ความเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

ความเห็นของรองผู้อำนวยการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

ลงชื่อ

(นายบรรจบ สายสมบัติ.)

(นายสัจจพันธุ์ เนืองโนราช)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รองผู้อำนวยการโรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร

ความเห็นของผู้บริหารโรงเรียน

() อนุมัติ

() ไม่นุมัติ เพราะ.....

ลงชื่อ.....

(นายอจิกร สุขศรี)

ผู้อำนวยการโรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร

คำนำ

ตามที่นางสำเนียง มาพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติหน้าที่สอนตามคำสั่งโรงเรียน ที่ 70/2565 ลงวันที่ 9 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2565 ให้ปฏิบัติงานสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ รหัส วิชา ว๓๐๒๔๒. รายวิชา ชีววิทยา ๒ จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 นั้น

ข้าพเจ้าจึงได้วิเคราะห์ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จัดทำคำอธิบายรายวิชา โครงสร้างรายวิชา เพื่อจัดทำ แผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตร สถานศึกษาโรงเรียนมหาชัยพิทยาคารพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2563) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียน เป็นสำคัญ เพื่อที่จะได้นำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้บรรลุเป้าหมายของหลักสูตร ต่อไป

หากมีข้อผิดพลาดประการใดต้องขออภัยไว้ ณ ที่นี้

(.นางสำเนียง มาพร.)

สารบัญ

	หน้า
แผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ ประกอบด้วย	
คำอธิบายรายวิชา	1
โครงสร้างรายวิชา	3
เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล	7
แผนการจัดการเรียนรู้	9
- ใบความรู้	21
- ใบกิจกรรม/แบบฝึกหัด	27
- สื่อ/แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม	18
- แบบประเมิน / แบบสังเกต / แบบสอบถาม	13
- แบบทดสอบก่อนเรียน	36
- แบบทดสอบหลังเรียน	38
บรรณานุกรม	40

คำอธิบายรายวิชาชีววิทยา

รหัสวิชา ว30243 รายวิชา ชีววิทยา
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา 60 คาบ จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอกกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้เพศเมียและการปฏิสนธิของ พืชดอก การเกิดและโครงสร้างของเมล็ดและผล ศึกษาชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช โครงสร้างภายในของราก ลำต้น และใบของพืช ศึกษาการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืชกลไกการลำเลียงธาตุอาหาร และอาหารในพืชศึกษาการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C3, พืช C4, และพืช CAM ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช รวมทั้งศึกษา สภาพพักตัวของเมล็ดและปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สิ่งเร้าภายในและภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการ ตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ใน ชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก
2. อธิบายและเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก และอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก
3. อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ดและผล
4. อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช
5. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการ ตัดตามขวาง
6. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง

7. สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง
8. สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช
9. สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช
10. สืบค้นข้อมูล อธิบายความสำคัญของธาตุอาหารและยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
 11. อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช
 12. สืบค้นข้อมูลและสรุปการศึกษาที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
 13. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3
 14. เปรียบเทียบกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_3 , พืช C_4 , และพืช CAM
 15. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปปัจจัยความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
 16. ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ด
 17. สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและหน้าที่ของออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซ-ซิกและอภิปรายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร
 18. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

รวมทั้งหมด 18 ผลการเรียนรู้

โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว 30243 รายวิชา ชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

เวลา 60 คาบ จำนวน 1.5 หน่วยกิต

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ (Key Concept)	เวลา เรียน (คาบ)	น้ำหนัก คะแนน
1	การสืบพันธุ์ของพืช ดอก	1. อธิบายวัฏจักรชีวิต แบบสลับของพืชดอก 2. อธิบายและ เปรียบเทียบ กระบวนการสร้างเซลล์ สืบพันธุ์เพศผู้และเพศ เมียของพืชดอก และ อธิบายการปฏิสนธิของ พืชดอก 3. อธิบายการเกิดเมล็ด และการเกิดผลของพืช ดอก โครงสร้างของ เมล็ดและผล และ ยกตัวอย่างการใช้ ประโยชน์จาก โครงสร้างต่าง ๆ ของ เมล็ดและผล	- โครงสร้างและประเภท ของดอก - วัฏจักรชีวิตแบบสลับของ พืชดอก - การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ของพืชดอก - การเกิดผลและเมล็ด - การใช้ประโยชน์จาก โครงสร้างต่าง ๆ ของผล และเมล็ด	10	10
2	โครงสร้างและการ เจริญเติบโตของพืช ดอก	1. อธิบายเกี่ยวกับชนิด และลักษณะของ เนื้อเยื่อพืช และเขียน แผนผังเพื่อสรุปชนิด ของเนื้อเยื่อพืช 2. สังเกต อธิบาย และ เปรียบเทียบโครงสร้าง	- เนื้อเยื่อพืช - โครงสร้างและการ เจริญเติบโตของราก - โครงสร้างและการ เจริญเติบโตของลำต้น - โครงสร้างและการ เจริญเติบโตของใบ	15	10

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ (Key Concept)	เวลา เรียน (คาบ)	น้ำหนัก คะแนน
		ภายในของรากพืชใบ เลี้ยงเดี่ยวและราก			
		พืชใบเลี้ยงคู่จากการ ตัดตามขวาง 3. สังเกต อธิบาย และ เปรียบเทียบโครงสร้าง ภายในของลำ ต้นพืช ใบเลี้ยงเดี่ยวและลำ ต้นพืชใบเลี้ยงคู่จาก การตัดตามขวาง 4. สังเกต และอธิบาย โครงสร้างภายในของ ใบพืชจากการตัดตาม ขวาง			
3	การลำเลียงของพืช	1. สืบค้นข้อมูลและ อธิบายกลไกการลำ เลียงน้ำ และธาตุ อาหารของพืช 2. สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการ แลกเปลี่ยนแก๊สและ การคายน้ำ ของพืช 3. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ความสำคัญของธาตุ อาหาร และยกตัวอย่าง ธาตุอาหารที่สำคัญที่มี ผลต่อ การเจริญเติบโตของ พืช	- การลำเลียงน้ำ - การแลกเปลี่ยนแก๊สและ การคายน้ำ - การลำเลียงธาตุอาหาร	9	10

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ (Key Concept)	เวลา เรียน (คาบ)	น้ำหนัก คะแนน
		4. อธิบายกลไกการลำ เลียงอาหารในพืช			
4	การสังเคราะห์ด้วย แสง	1. สืบค้นข้อมูลและ สรุปการศึกษาที่ได้จาก การทดลองของ นักวิทยาศาสตร์ในอดีต เกี่ยวกับกระบวนการ สังเคราะห์ด้วยแสง 2. อธิบายขั้นตอนที่ เกิดขึ้นในกระบวนการ สังเคราะห์ด้วยแสงของ พืช C3 3. เปรียบเทียบกลไก การตรึงคาร์บอน ไดออกไซด์ในพืช C3 พืช C4 และ พืช CAM 4. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุป ปัจจัยความเข้มแสง ความเข้มข้นของ คาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิที่มีผลต่อ การสังเคราะห์ด้วยแสง ของพืช	- การศึกษาเกี่ยวกับการ สังเคราะห์ด้วยแสง - กระบวนการสังเคราะห์ ด้วยแสงของพืช - โฟโตเรสไพเรชัน - การเพิ่มความเข้มข้นของ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ - ปัจจัยบางประการที่มีผล ต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง	10	15
5	การควบคุมการ เจริญเติบโตและการ ตอบสนองของพืช	1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย บทบาทและหน้าที่ของ ออกซิน ไซโทไคนิน จิบ เบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก และอภิปรายเกี่ยวกับ	1. ฮอร์โมนพืช 2. ปัจจัยที่มีผลต่อการงอก ของเมล็ด 3. การตอบสนองของพืชใน ลักษณะการเคลื่อนไหว	9	15

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ (Key Concept)	เวลา เรียน (คาบ)	น้ำหนัก คะแนน
		การนำ ไปใช้ประโยชน์ ทางการ	4. การตอบสนองต่อภาวะ เครียด		
		เกษตร 2. ทดลอง และอธิบาย เกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่ มีผลต่อการงอกของ เมล็ด สภาพพักตัวของ เมล็ดและบอกแนวทาง ในการแก้สภาพพักตัว ของเมล็ด 3. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอภิปราย เกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอก ที่มีผลต่อการ เจริญเติบโตของพืช			
สอบระหว่างภาค/สอบกลางภาค				2	20
สอบปลายภาค				2	20
รวมตลอดภาคเรียน					100

เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล

สัดส่วนคะแนนการวัดผลและประเมินผล คะแนนระหว่างภาค : คะแนนปลายภาค

80 : 20

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	วิธีการ วัดผล	คะแนนก่อน ภาคเรียน	คะแนน ทดสอบ กลางภาค	คะแนนหลัง ภาคเรียน	คะแนน ทดสอบ ปลายภาค
1	การสืบพันธุ์ ของพืชดอก	-ใบกิจกรรม โครงสร้างพืช ดอก -ใบกิจกรรม วัฏจักรชีวิต แบบสลับของ พืชดอก -ผังมโนทัศน์ การสืบพันธุ์ แบบอาศัยเพศ ของพืชดอก	- แบบ ประเมินใบ กิจกรรม -แบบ ประเมินผัง มโนทัศน์	10	7	-	-
2	โครงสร้าง และการ เจริญ เติบโตของ พืชดอก	-ใบกิจกรรม โครงสร้างและ หน้าที่ของราก ,ลำต้น,ใบ,ดอก ,ผล,เมล็ด	- แบบ ประเมินใบ กิจกรรม -แบบ ประเมินผัง มโนทัศน์	10	7	-	-
3	การลำเลียง ของพืช	- ใบกิจกรรม การลำเลียง ของพืช	- แบบ ประเมินใบ กิจกรรม -แบบ ประเมินผัง มโนทัศน์	10	6	-	-

4	การ สังเคราะห์ ด้วยแสง	-ใบกิจกรรม การสังเคราะห์ ด้วยแสง	- แบบ ประเมินใบ กิจกรรม -แบบ ประเมินฝั งมโนทัศน์	-	-	15	10
5	การควบคุม การเจริญ เติบโตและ การ ตอบสนอง ของพืช	-ใบกิจกรรม การควบคุม การเจริญ เติบโตและการ ตอบสนองของ พืช	- แบบ ประเมินใบ กิจกรรม -แบบ ประเมินฝั งมโนทัศน์	-	-	15	10
รวมคะแนน 100 คะแนน				30	20	30	20



หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

ชื่อหน่วยการเรียนรู้.โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

รหัสวิชา..ว30242.....รายวิชา.ชีววิทยา 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่...5..... ภาคเรียนที่....1.... ปีการศึกษา. 2565 เวลา...2.....คาบ

1. ผลการเรียนรู้

สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและราก

พืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง

2. สาระสำคัญ

ราก คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่ ใต้ระดับผิวดิน ทำหน้าที่ยึดหรือค้ำจุนให้พืช เจริญเติบโตอยู่กับที่ ได้และยังมีหน้าที่สำคัญใน การดูดน้ำและธาตุอาหารในดิน เพื่อส่งไปยังส่วน ต่าง ๆ ของพืช โครงสร้างภายในของปลายรากที่ตัดตามยาว ประกอบด้วย เนื้อเยื่อเจริญ แบ่งเป็นบริเวณต่างๆ คือ บริเวณหมวกราก บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว และบริเวณที่เซลล์ มีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะและเจริญ เติบโตเต็มที่ โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตปฐมภูมิ เมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้าง แบ่งเป็น ๓ ชั้น เรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์และชั้นสตีล ในชั้นสตีลจะพบ มดท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันใน พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตทุติยภูมิ ชั้นเอพิเดอร์มิสจะถูกแทนที่ด้วยชั้นเพริเดอร์ม ซึ่งมี คอร์กเป็นเนื้อเยื่อสำคัญ ชั้นคอร์เทกซ์อาจมีการเปลี่ยนแปลงเกิดเซลล์ที่ทำให้มีความแข็งแรง เพิ่มขึ้น หรือเกิดเซลล์ที่สะสมอาหารเพิ่มขึ้น ส่วนลักษณะมดท่อลำเลียงจะเปลี่ยนไป เนื่องจาก มีการสร้างเนื้อเยื่อลำเลียงเพิ่มขึ้น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

๓.๑. นักเรียนอธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและราก

พืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวางได้(K)

๓.๒. นักเรียนสังเกตและวิเคราะห์ความสัมพันธ์โครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและราก

พืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวางได้ (P)

๓.๓ นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (A)

4. สาระการเรียนรู้

4.1 ความรู้

- นักเรียนอธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและราก

พืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวางได้

4.2 ทักษะกระบวนการ

- นักเรียนสังเกตและวิเคราะห์ความสัมพันธ์โครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและราก

พืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวางได้

4.3 เจตคติ

- นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- | | | | |
|--|--|--|--|
| ☐ 1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ | ☐ 2) ซื่อสัตย์ สุจริต | ☐ 3) มีวินัย | ☐ 4) ใฝ่เรียนรู้ |
| ☐ 5) อยู่อย่างพอเพียง | ☐ 6) มุ่งมั่นในการทำงาน | ☐ 7) รักความเป็นไทย | ☐ 8) มีจิตสาธารณะ |

6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ☐ 1) ความสามารถในการสื่อสาร
- ☐ 2) ความสามารถในการคิด
- ☐ 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☐ 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. จุดเน้นสู่การพัฒนาผู้เรียน ความสามารถและทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (3R x 8C x 2Ls)

- ☐ 1) ☐ R1-(R)eading(อ่านออก) ☐ R2- W(R)iting(เขียนได้) ☐ R3- A(R)ithmetics(คิดเลขเป็น)
- ☐ 2) ☐ C1 – Critical Thinking and Problem Solving (ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะในการแก้ปัญหา)
 - ☐ C2 - Creativity and Innovation (ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม)
 - ☐ C3 - Cross-cultural Understanding (ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์)
 - ☐ C4 - Collaboration, Teamwork and Leadership (ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ)
 - ☐ C5 - Communications, Information and Media Literacy (ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศและรู้เท่าทันสื่อ)
 - ☐ C6 - Computing and ICT Literacy (ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร)
 - ☐ C7 - Career and Learning Skills (ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้)
 - ☐ C8 - Change (ทักษะการเปลี่ยนแปลง)
- ☐ 3) ☐ L1 - Learning (ทักษะการเรียนรู้) ☐ L2 – Leadership (ทักษะความเป็นผู้นำ)

8. การบูรณาการตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ

- ☐ 1) บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

- ☐ 2) บูรณาการกับประชาคมอาเซียน
- ☐ 3) บูรณาการโรงเรียนคุณธรรมและโรงเรียนสุจริต
- ☐ 4) บูรณาการข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้

.....

☐ 5) อื่น ๆ

(ระบุ).....

.....

9. กิจกรรมการเรียนรู้ ใช้วิธีการสอนแบบ WC3E

คาบเรียนที่ 1

1. แจ้างจุดประสงค์ ให้นักเรียนรู้
2. นำเข้าสู่บทเรียน (Warm up)
 - 2.1 โดยใช้เกม Kahood เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก (5 นาที)
 - 2.2 นักเรียนทดสอบก่อนเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก (10 นาที)
 - 2.3 ครูนำภาพมันแก้วมาให้ให้นักเรียนดู จากนั้นครูตั้งประเด็นคำถาม ดังนี้ (5 นาที)
 - นักเรียนเคยเห็นโครงสร้างภายในรากของพืชหรือไม่หรือไม่
 - จากรูปเป็นพืชชนิดใด
 - รากที่เห็นในภาพเป็นรากชนิดใด
 - 2.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคน (5 นาที)

3. รวบรวมข้อมูล (Collect data)

3.1 ให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างภายนอก/ภายใน ของราก จากใบความรู้ที่ครูนำมาให้ โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า อวัยวะหรือส่วนของพืชที่ไม่มีข้อ ปล้อง ตาและใบ เจริญลงสู่ดินตามแรงดึงดูดของโลก(positive geotropism) มีกำเนิดมาจากแรดิเคิล (Radicle) ของ embryo ซึ่งอยู่ภายในเมล็ด รากที่เปลี่ยนแปลงมาจากแรดิเคิล จัดเป็นรากที่การเจริญในระยะแรก (Primary growth) ส่วนรากของพืชใบเลี้ยงคู่หรือพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด จะมีการเจริญเติบโตขั้นที่ ๒ (Secondary growth) ส่วนลักษณะภายในของรากเมื่อเจริญเต็มที่ เรียงจากด้านนอกเข้าไปด้านในดังนี้ epidermis → cortex → stele (10 นาที)

3.2 แบ่งนักเรียนกลุ่มละ 5-6 คน ปฏิบัติกิจกรรม สังเกตโครงสร้างภายนอกและภายในของราก ตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะการสังเกต ดังนี้ (35 นาที)

- สังเกตรากแก้ว / ข้าว ด้วยแว่นขยาย บันทึกผลการสังเกต และวาดรูปประกอบ (15 นาที)
- สังเกตรากแก้ว / ข้าว ด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยาย(15 นาที)

ต่ำสุด เลือกเซลล์ในสไลด์ที่เห็นเซลล์ที่มีลักษณะเป็นเส้นติดสั่มวงเข้ม ทั้งเซลล์ บันทึกผลการสังเกต และวาดรูปประกอบ

คาบเรียนที่ 2

4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

- นักเรียนนำเสนอ โดยเขียนลงในกระดานรูปที่ครูแจกให้แล้ว มาติดแผ่นนำเสนอ ซึ่ง เป็น ตารางสรุป/เปรียบเทียบ ลักษณะภายนอก/ภายในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และใบเลี้ยงคู่ กลุ่มละ 5 นาที (30นาที)

- ครูสรุปเนื้อหา ทั้งหมดและเสนอแนะ ในใบงานที่นักเรียนทำ (10 นาที)

5.ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (5 นาที)

- ครูเพิ่มเติม หน้าที่ของราก และการนำความรู้เรื่องรากไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ การ เพาะถั่วงอกขายเป็นอาชีพ , การนำรากสะสมอาหารมาทำเป็นอาหาร/ของหวาน (เช่นนำหัวมันแกวซึ่งเป็นราก แก้วมาทำขนมทับทิมกรอบ เป็นต้น) การนำหัวแครอทมาทำอาหาร เนื่องจากมีเบต้าแคโรทีนสูง เป็นต้น สรุป คือ นำส่วนของรากที่มีหน้าที่ดูดน้ำและแร่ธาตุ ไปประกอบอาหารได้

- ครูตั้งประเด็นคำถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่าการเรียนเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของ ราก ยังมีอะไรอีกบ้างที่สามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันนักเรียนได้อีกบ้าง”

๖.ขั้นประเมินผล (Evaluation) (10นาที) นักเรียนทำแบบประเมินหลังเรียน โดยใช้ google from

- นักเรียนเขียนโพสการ์ด เพื่อนำเสนอ หน้าชั้นเรียน

- นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง เรื่อง โครงสร้างภายนอก/ภายใน รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว -ใบเลี้ยงคู่

10. การประเมินผล

เกณฑ์การประเมินผลชิ้นงานหรือภาระงาน

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
๑.การทำงานกลุ่ม				
๒.การทำแบบทดสอบ ก่อน-หลังเรียน				

เกณฑ์การตัดสิน

คะแนน.....๘๐-๑๐๐.....ระดับดีมาก

คะแนน.....๗๐-๗๙.....ระดับดี

คะแนน.....๖๐-๖๙.....ระดับพอใช้

คะแนน.....๕๐-๕๙.....ระดับปรับปรุง
เกณฑ์การผ่าน ตั้งแต่ระดับ.....พอใช้.....ขึ้นไป

11. สื่อและแหล่งเรียนรู้

- ใบกิจกรรม เรื่อง โครงสร้างภายนอก/ภายในของราก
 - ใบความรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก
 - แบบทดสอบก่อน - หลังเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก
 - Kahood เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก
 - แบบเรียนชีววิทยา เล่ม 3 สสวท.
 - <https://sites.google.com/site/kruscifun/plantstructure/root>
 - www.maceducation.com
 - <https://www.aksorn.com/download/basic-education>
 - Watch | Facebook
 - รากพิเศษ adventitious root | (wordpress.com)
 - นิเวศน่ารู้ - เรื่องราก - มุลนิธิสืบนาคะเสถียร (seub.or.th)



หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

รหัสวิชา..ว30242.....รายวิชา.ชีววิทยา 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่...5..... ภาคเรียนที่....1..... ปีการศึกษา. 2565 เวลา...2.....คาบ

1. ผลการเรียนรู้

สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและราก

พืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง

2. สารสำคัญ

ราก คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่ ใต้ระดับผิวดิน ทำหน้าที่ยึดหรือค้ำจุนให้พืช เจริญเติบโตอยู่กับที่ได้และยังมีหน้าที่สำคัญใน การดูดน้ำและธาตุอาหารในดิน เพื่อส่งไปยังส่วน ต่าง ๆ ของพืช โครงสร้างภายในของปลายรากที่ตัดตามยาว ประกอบด้วย เนื้อเยื่อเจริญ แบ่งเป็นบริเวณต่างๆ คือ บริเวณหมวกราก บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว และบริเวณที่เซลล์ มีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะและเจริญ เติบโตเต็มที่ โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตปฐมภูมิ เมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้าง แบ่งเป็น 3 ชั้น เรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์และชั้นสตีล ในชั้นสตีลจะพบ มดท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันใน พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตทุติยภูมิ ชั้นเอพิเดอร์มิสจะถูกแทนที่ด้วยชั้นเพริเดอร์ม ซึ่งมี คอร์กเป็นเนื้อเยื่อสำคัญ ชั้นคอร์เทกซ์อาจมีการเปลี่ยนแปลงเกิดเซลล์ที่ทำให้มีความแข็งแรง เพิ่มขึ้น หรือเกิดเซลล์ที่สะสมอาหารเพิ่มขึ้น ส่วนลักษณะมดท่อมดท่อลำเลียงจะเปลี่ยนไป เนื่องจาก มีการสร้างเนื้อเยื่อลำเลียงเพิ่มขึ้น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1. นักเรียนอธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวางได้(K)

3.2. นักเรียนสังเกตและวิเคราะห์ความสัมพันธ์โครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวางได้ (P)

3.3 นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (A)

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (เฉพาะที่เกิดในแผนการจัดการเรียนรู้นี้)

1) ซื่อสัตย์ สุจริต

- 2) มุ่งมั่นในการทำงาน
- 3) มีวินัย
- 4) .ใฝ่เรียนรู้

6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน (เฉพาะที่เกิดในแผนการจัดการเรียนรู้)

- ☐ 1) ความสามารถในการสื่อสาร
- ☐ 2) ความสามารถในการคิด
- ☐ 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☐ 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. จุดเน้นสู่การพัฒนาผู้เรียน ความสามารถและทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (3R x 8C x 2Ls)

(เฉพาะที่เกิดในแผนการจัดการเรียนรู้)

- ☐ 1) ☐ R1-(R)eadng(อ่านออก) ☐ R2- W(R)iting(เขียนได้) ☐ R3- A(R)ithmetics(คิดเลขเป็น)
- ☐ 2) ☐ C1 – Critical Thinking and Problem Solving (ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะในการแก้ปัญหา)
- ☐ C2 - Creativity and Innovation (ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม)
- ☐ C3 - Cross-cultural Understanding (ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์)
- ☐ C4 - Collaboration, Teamwork and Leadership (ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ)
- ☐ C5 - Communications, Information and Media Literacy (ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศและรู้เท่าทันสื่อ)
- ☐ C6 - Computing and ICT Literacy (ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร)
- ☐ C7 - Career and Learning Skills (ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้)
- ☐ C8 - Change (ทักษะการเปลี่ยนแปลง)
- ☐ 3) ☐ L1 - Learning (ทักษะการเรียนรู้) ☐ L2 – Leadership (ทักษะความเป็นผู้นำ)

8. การบูรณาการตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (เฉพาะที่เกิดในแผนการจัดการเรียนรู้)

- 1) บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
- 2) บูรณาการข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้

9. กิจกรรมการเรียนรู้ ใช้วิธีการสอนแบบ WC3E

คาบเรียนที่ 1

แจ้งจุดประสงค์ให้นักเรียนรู้

นำเข้าสู่บทเรียน (Warm up)

2.1 โดยใช้เกม Kahood เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก (5 นาที)

2.2 นักเรียนทดสอบก่อนเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก (10 นาที)

2.3 ครูนำภาพมันแก้วมาให้ให้นักเรียนดู จากนั้นครูตั้งประเด็นคำถาม ดังนี้ (5 นาที)

- นักเรียนเคยเห็นโครงสร้างภายในรากของพืชหรือไม่หรือไม่
- จากรูปเป็นพืชชนิดใด
- รากที่เห็นในภาพเป็นรากชนิดใด

2.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคน (5 นาที)

3. รวบรวมข้อมูล (Collect data)

3.1 ให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างภายนอก/ภายใน ของราก จากใบความรู้ที่ครูนำมาให้ โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า อวัยวะหรือส่วนของพืชที่ไม่มีข้อ ปล้อง ตาและใบ เจริญลงสู่ดินตามแรงดึงดูดของโลก(positive geotropism) มีกำเนิดมาจากแรดิเคิล (Radicle) ของ embryo ซึ่งอยู่ภายในเมล็ด รากที่เปลี่ยนแปลงมาจากแรดิเคิล จัดเป็นรากที่การเจริญในระยะแรก (Primary growth) ส่วนรากของพืชใบเลี้ยงคู่หรือพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด จะมีการเจริญเติบโตขั้นที่ ๒ (Secondary growth) ส่วนลักษณะภายในของรากเมื่อเจริญเต็มที่ เรียงจากด้านนอกเข้าไปด้านในดังนี้ epidermis → cortex → stele (10 นาที)

3.2 แบ่งนักเรียนกลุ่มละ 5-6 คน ปฏิบัติกิจกรรม สังเกตโครงสร้างภายนอกและภายในของราก ตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะการสังเกต ดังนี้ (35 นาที)

- สังเกตรากแก้ว / ข้าว ด้วยแว่นขยาย บันทึกผลการสังเกต และวาดรูปประกอบ (15 นาที)
- สังเกตรากแก้ว / ข้าว ด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยาย(15 นาที)

ต่ำสุด เลือกเซลล์ในสไลด์ที่เห็นเซลล์ที่มีลักษณะเป็นเส้นติดสั่ม่วงเข้ม ทั้งเซลล์ บันทึกผลการสังเกต และวาดรูปประกอบ

คาบเรียนที่ 2

4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

- นักเรียนนำเสนอ โดยเขียนลงในกระดานรูปที่ครูแจกให้แล้ว มาติดแผ่นนำเสนอ ซึ่ง เป็นตารางสรุป/เปรียบเทียบ ลักษณะภายนอก/ภายในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และใบเลี้ยงคู่ กลุ่มละ 5 นาที (30 นาที)

- ครูสรุปเนื้อหา ทั้งหมดและเสนอแนะ ในใบงานที่นักเรียนทำ (10 นาที)

5.ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (5 นาที)

- ครูเพิ่มเติม หน้าที่ของราก และการนำความรู้เรื่องรากไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ การเพาะถั่วงอกขายเป็นอาชีพ , การนำรากสะสมอาหารมาทำเป็นอาหาร/ของหวาน (เช่นนำหัวมันแก้วซึ่งเป็นรากมันแก้วมาทำขนมทับทิมกรอบ เป็นต้น) การนำหัวแครอทมาทำอาหาร เนื่องจากมีเบต้าแคโรทีนสูง เป็นต้น สรุปคือ นำส่วนของรากที่มีหน้าที่ดูดน้ำและแร่ธาตุ ไปประกอบอาหารได้

- ครูตั้งประเด็นคำถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่าการเรียนเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของ ราก ยังมีอะไรอีกบ้างที่สามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันนักเรียนได้อีกบ้าง”

๖.ขั้นประเมินผล (Evaluation) (10นาที) นักเรียนทำแบบประเมินหลังเรียน โดยใช้ google from

- นักเรียนเขียนโพรชาร์ท เพื่อนำเสนอ หน้าชั้นเรียน

- นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง เรื่อง โครงสร้างภายนอก/ภายใน รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว -ใบเลี้ยงคู่

10. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

เป้าหมาย	ภาระงาน/ชิ้นงาน/ ร่องรอยหลักฐาน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การให้ คะแนน
จุดประสงค์การเรียนรู้				
1. นักเรียนอธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างภายนอก/ ภายในของรากพืชใบ เลี้ยงเดี่ยวและราก พืชใบเลี้ยงคู่จากการ ตัดตามขวางได้(K)	-การนำเสนอ เปรียบเทียบโครงสร้าง ภายนอก/ภายในของ รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และราก พืชใบเลี้ยงคู่จากการตัด ตามขวาง/ตามยาว	ประเมินการนำเสนอ	แบบประเมินการ นำเสนอผลงาน	60 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่าน
2. นักเรียนสังเกต และวิเคราะห์ความ สัมพันธ์โครงสร้าง ภายในของรากพืชใบ เลี้ยงเดี่ยวและราก พืชใบเลี้ยงคู่จากการ ตัดตามขวางได้ (P)	-ใบกิจกรรม/ใบงาน เรื่อง โครงสร้าง ภายนอก/ภายในของ รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว-ใบ เลี้ยงคู่	สังเกตการทำ กิจกรรม	แบบสังเกต	60 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่าน
3 นักเรียนมีเจตคติที่ ดีต่อวิทยาศาสตร์ (A)		สังเกตพฤติกรรมการ เรียน/การทำ กิจกรรม	แบบสังเกต	60 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่าน

11. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

- ใบกิจกรรม เรื่อง โครงสร้างภายนอก/ภายในของราก
- ใบความรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก
- แบบทดสอบก่อน - หลังเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก
- Kahood เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก
- แบบเรียนชีววิทยา เล่ม 3 สสวท.
- <https://sites.google.com/site/kruscifun/plantstructure/root>
- www.maceducation.com
- <https://www.aksorn.com/download/basic-education>
- Watch | Facebook
 - รากพิเศษ adventitious root | (wordpress.com)
 - นิเวศน่ารู้ - เรื่องราก - มุลนิธิสืบนาคะเสถียร (seub.or.th)

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่5..... เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก เวลา2..... คาบ

รหัสวิชา ว30242 ชื่อวิชา ชีววิทยา 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ภาคเรียนที่ ...1.... ปีการศึกษา 2565

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวนห้องที่สอน ...1...ห้อง ได้แก่ ...5/1 (32 คน) จำนวนนักเรียนที่สอนทั้งหมด32..... คน

1. การดำเนินการจัดการเรียนรู้ () เป็นไปตามแผน () ไม่เป็นไปตามแผน

2. ผลการจัดการเรียนรู้

2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง

2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง

2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง

2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้ () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง

2.5) พฤติกรรม/การมีส่วนร่วมของนักเรียน () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง

2.6) ผลการปฏิบัติกิจกรรม () ดีมาก () ดี () พอใช้ () ต้องปรับปรุง

2.6.1) การประเมินผลด้านความรู้หลังการเรียนรู้

โดยใช้ () แบบทดสอบ () แบบประเมิน () แบบสอบถาม () แบบสังเกต () อื่น ๆ

มีนักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน คน คิดเป็นร้อยละ

และมีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวนคน คิดเป็นร้อยละ

2.6.2) การประเมินผลด้านทักษะกระบวนการ

โดยใช้ () แบบทดสอบ () แบบประเมิน () แบบสอบถาม () แบบสังเกต () อื่น ๆ

มีนักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน คน คิดเป็นร้อยละ

และมีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน..... คน คิดเป็นร้อยละ

2.6.3) การประเมินด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

โดยใช้ () แบบทดสอบ () แบบประเมิน () แบบสอบถาม () แบบสังเกต () อื่น ๆ

มีนักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน คน คิดเป็นร้อยละ

และมีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน ... คน คิดเป็นร้อยละ

3. ปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้

() ไม่มี

() มี ปัญหาที่พบ คือ

4. แนวทางในการแก้ไขหรือพัฒนาในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

.....

.....
.....
...

ลงชื่อ ผู้สอน/ผู้บันทึก

(นางสาวเนียง มาพร)

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

ใบความรู้

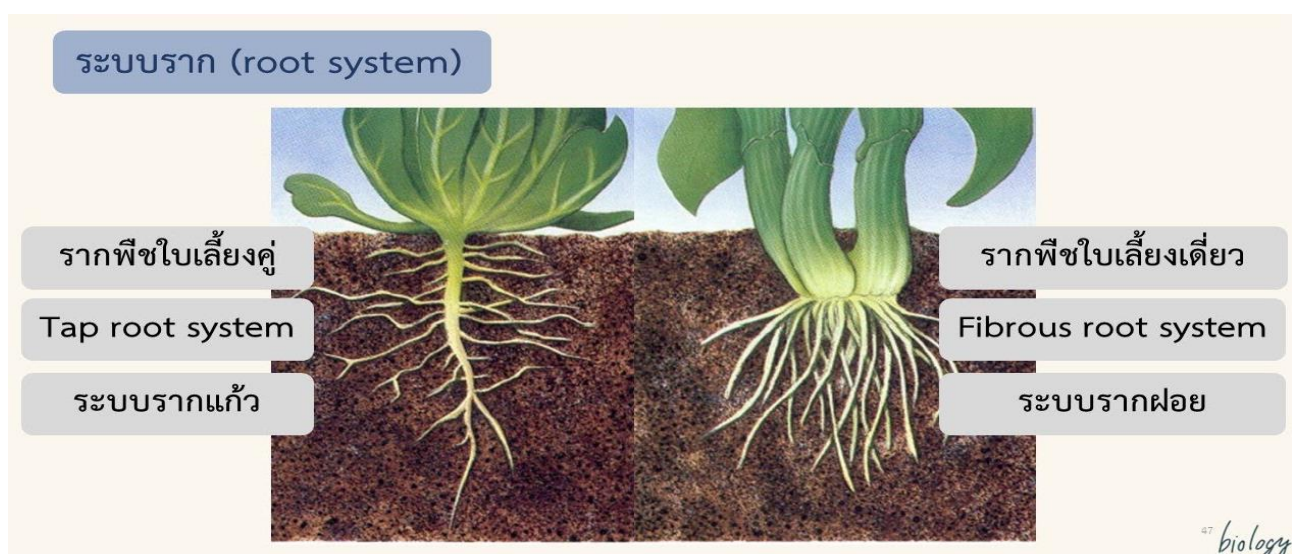
โครงสร้างและหน้าที่ของราก (Root Structure and Function)

ราก (Root) เป็นอวัยวะของพืชที่มักอยู่ใต้ดินและมีทิศทางการเจริญเติบโตตามแรงโน้มถ่วงของโลก โดยรากพืชมีหน้าที่หลักในการดูดน้ำและเกลือแร่จากดิน รวมถึงช่วยในการยึดและให้ความแข็งแรงกับลำต้น

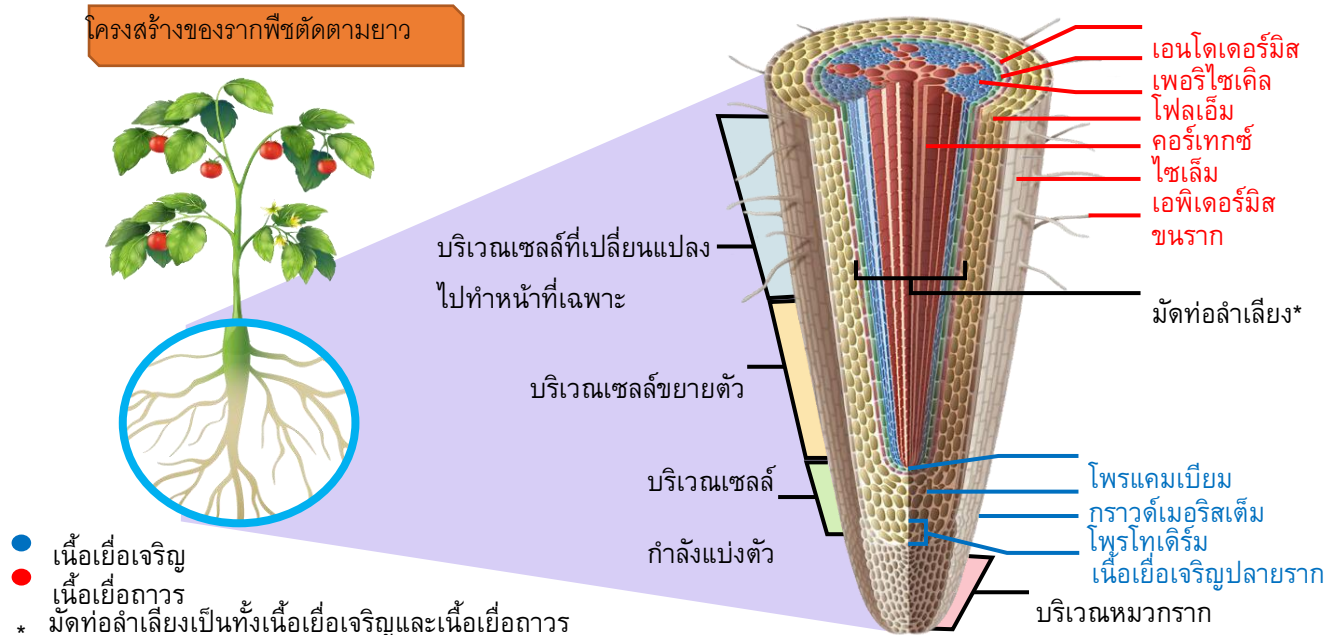
ระบบรากพืช (Root system)

1. **ระบบรากแก้ว (tap root) หรือรากปฐมภูมิ** เป็นระบบรากที่พบในพืชใบเลี้ยงคู่ ซึ่งเจริญมาจากรากแรกเกิด (radicle) ขณะที่พืชเริ่มงอกจากเมล็ดแล้ว เมื่อพืชเติบโตขึ้นอาจมีรากแขนง (lateral root) แยกออกมาจากรากแก้วอีกต่อหนึ่งด้วยโดยทั่วไปรากแก้วจะหยั่งรากลึกลงไปในดินชั้นลึกได้

2. **ระบบรากฝอย (fibrous root)** เป็นระบบรากที่ไม่ได้เจริญมาจากรากแรกเกิด ที่พบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชที่เกิดจากการตอนกิ่งหรือปักชำกิ่ง โดยทั่วไปรากฝอยมักแผ่กระจายอยู่บริเวณผิวดินไม่หยั่งรากลึกลงไปในดิน



โครงสร้างของรากพืชตัดตามยาว



www.maceducation.com

บริเวณเซลล์ที่เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะและเจริญเติบโตเต็มที่ประกอบด้วย
เซลล์ ที่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเพื่อทำหน้าที่ต่าง ๆ ต่อไป ทำให้เกิดเซลล์ขึ้นหลายชนิดตาม
 ลักษณะรูปร่างส่วนประกอบภายในเพื่อให้เหมาะสมกับการทำหน้าที่เฉพาะ

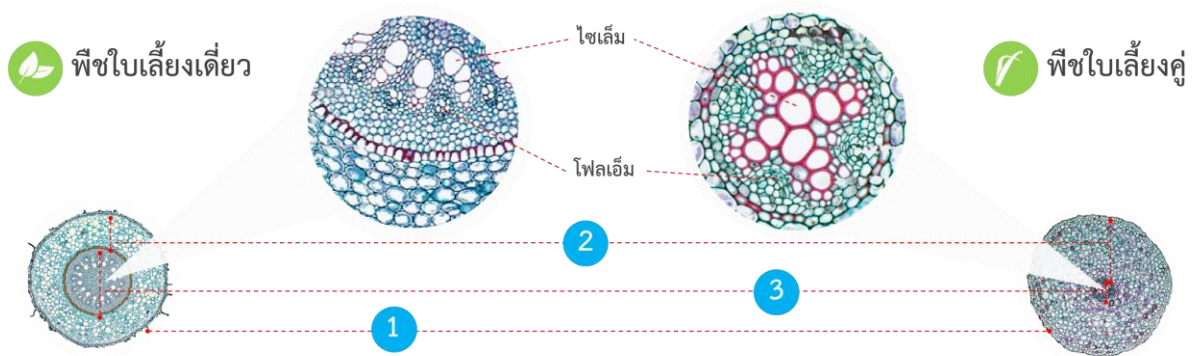
บริเวณเซลล์ขยายตัว อยู่ถัดจากบริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัวขึ้นไป เซลล์ของเนื้อเยื่อ
 บริเวณนี้บางเซลล์ ยังมีการแบ่งเซลล์ได้ แต่โดยทั่วไปเซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์จะขยายตัว
 ตามยาว ทำให้ความยาวของรากเพิ่มขึ้น

บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว เป็นบริเวณที่อยู่ถัดจากบริเวณหวมกรากขึ้นมายาวประมาณ
 1-2 มิลลิเมตร เซลล์มีการแบ่งตัวแบบไมโทซิสเป็นเซลล์ต้นกำเนิดส่วนปลาย ส่วนหนึ่งเจริญไป
 เป็นหวมกราก แต่ส่วนใหญ่ จะเจริญเป็นเซลล์ที่อยู่ในบริเวณถัดขึ้นไปข้างบน

บริเวณหวมกราก ประกอบด้วยเซลล์พาราคีมาที่มีรูปร่างกลมรี ผนังเซลล์บาง มีแวคิว
 โอลขนาดใหญ่ภายในอาจเห็นเม็ดแป้ง สามารถผลิตเมือกได้ ซึ่ง ทำให้ดินบริเวณนั้นชุ่มชื้นและ
 อ่อนตัวสะดวกต่อ การขนถ่ายของราก และหวมกรากยังทำหน้าที่ช่วยป้องกันอันตรายให้กับ
 เนื้อเยื่อเจริญที่อยู่ถัดเข้าไป

โครงสร้างของรากพืชตัดตามขวาง

โครงสร้างรากพืชใบเลี้ยงคู่และใบเลี้ยงเดี่ยวมีการเรียงตัวของเนื้อเยื่อแตกต่างกันชัดเจน แบ่งออกได้ 3 ชั้น ดังนี้



<https://www.aksorn.com/download/basic-education>

เอพิเดอร์มิส เป็นชั้นนอกสุดประกอบไปด้วยเซลล์ผิวและเซลล์รากขนที่เรียงเป็น 1 แถว
คอร์เทกซ์ (cortex) เป็นชั้นถัดจากเอพิเดอร์มิสเข้าไปประกอบด้วยพาเรงคิมาเป็นส่วนใหญ่ ทำหน้าที่สะสมอาหาร (แป้ง) ชั้นคอร์เทกซ์ในรากพืชที่มีการเจริญเติบโตจัดเป็นชั้นที่กว้างที่สุดเมื่อเทียบกับชั้นอื่น ๆ ของพืช

สตีล (stele) เป็นชั้นที่ในสุดของพืช โดยชั้นสตีลสามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วนย่อย คือ

- **เพอริไซเคิล (pericycle)** ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาเรียงกันเป็นวง มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการเกิดรากแขนง และการเจริญเติบโตแบบทุติยภูมิของรากพืช และสามารถเปลี่ยนสภาพเป็น คอรัลแคมเบียมได้

- **วาสคิวลาร์บันเดิล (vascular bundle)** หรือมัดท่อลำเลียง มีจำนวน 1 กลุ่ม ประกอบด้วย

- ไซเล็มปฐมภูมิ** อยู่ตรงกลางเรียงเป็นแนก

- โฟลเอ็มปฐมภูมิ** แทรกอยู่ระหว่างแนก

- **พิต (pith)** อยู่บริเวณตรงกลางของรากประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา ในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น ข้าวโพด แต่มักไม่พบในรากพืชใบเลี้ยงคู่ที่เจริญมาจากเมล็ดหรือรากแขนง

การปรับตัวของรากพืชเพื่อทำหน้าที่พิเศษ

รากสะสมอาหาร (storage root) เป็นรากที่ทำหน้าที่ในการสะสมอาหารประเภทแป้ง น้ำตาล และ โปรตีนเอาไว้ที่บริเวณรากของมัน ทำให้มีลักษณะอวบอ้วน



[Watch | Facebook](#)

รากค้ำจุน (Prop root) เป็นรากที่งอกจากโคนต้นหรือกิ่งบนดินแล้วยังลงดินเพื่อพยุงลำต้น เช่น รากข้าวโพดที่งอกออกจากโคนต้น รากเตย ลำเจียก ไทรย้อย แสม โกงกาง



รากเกาะ (Climbing root) เป็นรากที่แตกออกจากข้อของลำต้นมาเกาะตามหลัก เพื่อชูลำต้นขึ้นสูง เช่น รากพญู พริกไทย กล้วยไม้ พญูต่าง เป็นต้น



รากพิเศษ adventitious root | (wordpress.com)

รากหายใจ (Aerating root) เป็นรากที่ยื่นขึ้นมาจากดินหรือน้ำเพื่อรับออกซิเจน เช่น รากลำพู แสม โกงกาง และรากคล้ายฟองน้ำของผักกระเฉดก็เป็นรากหายใจโดยธรรมชาติ เป็นที่เก็บอากาศและเป็นท่อนลอยน้ำด้วย



รากพิเศษ adventitious root | (wordpress.com)

รากปรสิต (Parasitic root) เป็นรากของพืชพวกปรสิตที่สร้าง Haustoria แทะเข้าไปในลำต้นของพืชที่เป็นโฮสต์ เพื่อแย่งน้ำและอาหารจากโฮสต์ เช่น ราก กาฝาก ฝอยทอง เป็นต้น



นิเวศน่ารู้ - เรื่องราก - มุลนิธิสืบนาคะเสถียร (seub.or.th)

ใบกิจกรรม/ใบงาน 1 โครงสร้างภายนอกและภายในของรากพืช

ชื่อกลุ่ม.....

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม

- 1)เลขที่.....
- 2)เลขที่.....
- 3)เลขที่.....
- 4)เลขที่.....
- 5)เลขที่.....
- 6)เลขที่.....

จุดประสงค์

1. โครงสร้างภายนอกของรากพืชใบเลี้ยงคู่และรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
2. ระบุและอธิบายโครงสร้างภายในของปลายรากพืชตัดตามยาว /ตามขวาง
3. เตรียมรากพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตัดตามยาว/ตัดตามขวาง เพื่อศึกษาเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ภายใต้อกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ
4. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปลักษณะของเนื้อเยื่อรากพืชใบเลี้ยงคู่และรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว แต่ละบริเวณจากด้านนอกเข้าไปสู่ด้านใน

เวลาที่ใช้ (โดยประมาณ) 2 ชั่วโมง

วัสดุและอุปกรณ์ ตอนที่ 1 โครงสร้างภายนอกและการเจริญเติบโตของราก

รายการ	ปริมาณต่อกลุ่ม
1. เมล็ดถั่วเขียว และเมล็ดข้าวโพด	20 เมล็ด
2. กล่องพลาสติกใสรูปสี่เหลี่ยมที่มีความสูงหรือความยาวของกล่องประมาณ 15-20 cm หรืออาจใช้ขวด	2 กล่อง
น้ำ พลาสติกแทน	1 ถัง
3. ดินสำหรับเพาะ	1 ม้วน
4. ไม้จิ้ม	1 อัน/กลุ่ม
5. แว่นขยาย	1 แกลลอน
6. น้ำ	

รายการ	ปริมาณต่อกลุ่ม
1. รากถั่วเขียวและข้าวโพดที่ได้จากการเพาะอายุประมาณ 2 สัปดาห์ อาจ ใช้รากจากต้นอ่อนพืชใบเลี้ยงคู่ชนิดอื่น เช่น หมอน้อย จามจุรีและรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวชนิดอื่น เช่น ข้าว หรือหญ้าขน แทนได้	พืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่เลือก ชนิดละ 3 ต้น
3. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ	1 กล้อง
4. สไลด์และกระจกปิดสไลด์	4 ชุด
5. ใบมีดโกน	2 ใบ
6. ไม้จิ้มฟัน	1 อัน
7. หลอดหยด	1 อัน
8. จานเพาะเชื้อ	1 จาน
9. ทิชชู	1 ม้วน
10. ปีกเกอร์ขนาด 50 mL หรือขวดแก้วปากกว้างสำหรับใส่น้ำ	1 ใบ
11. สีซาฟรานิน (safranin) ความเข้มข้น 1% หรือน้ำ ยาอุทัย	1 ขวด
12. น้ำ	1 ขวด
13. สีเขียนหลอดทดลอง	ด้าม
14. จานเพาะเชื้อ	1 อัน

วิธีทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 โครงสร้างภายนอกและการเจริญเติบโตของราก

- นำเมล็ดถั่วเขียวและเมล็ดข้าวโพดชนิดละ 10 เมล็ด แช่น้ำประมาณ 6-12 ชั่วโมง
- นำเมล็ดอย่างน้อย 5 เมล็ด เพาะในกล่องพลาสติกใส่บนทิชชูที่ชุ่มน้ำ มีขั้นตอนดังนี้
 - รดน้ำจนทิชชูเปียก
 - วางเมล็ดให้กระจายห่างเท่า ๆ กันบนทิชชู
 - ปิดฝากล่อง เขียนชื่อพืชและวันที่เพาะบนกล่อง

3. ใช้แว่นขยายสังเกตการงอกเมล็ดถั่วเขียวและเมล็ดข้าวโพดทุกวันเป็นเวลา 3-6 วัน เพื่อศึกษาว่าส่วนใดงอกมาก่อนและรากที่เกิดขึ้นมานั้นเจริญมาจากส่วนใด บันทึกผลโดยวาดรูปหรือถ่ายรูปในแต่ละวัน และระบุชนิดของรากลงในรูป

ตารางบันทึกผลการศึกษาการเจริญเติบโตของรากพืช

ชื่อพืช.....		ชื่อพืช.....	
วัน/เดือน/ปี	ผลการสังเกตการเจริญเติบโต	วัน/เดือน/ปี	ผลการสังเกตการเจริญเติบโต

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ส่วนใดของเมล็ดที่งอกออกมาก่อน งอกมาจากตำแหน่งใดของเมล็ดและตำแหน่งที่งอกของเมล็ดถั่วเขียว และเมล็ดข้าวโพดเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร
- คำตอบ.....
-
-
2. ถ้าต้องการศึกษาการแบ่งเซลล์ไมโทซิสระยะต่าง ๆ ของปลายรากหอมควรเลือกศึกษาที่ บริเวณใดของโครงสร้างพืช
- คำตอบ.....
-
3. การงอกและการเจริญเติบโตของรากถั่วเขียวและรากข้าวโพดเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร

คำตอบ.....

.....

.....

ตอนที่ 2 โครงสร้างภายในของราก

2.1 โครงสร้างปลายรากตัดตามยาว/ตามขวาง

1. นำต้นกล้วยและข้าวโพดขึ้นมาจากกระบะเพาะโดยระวังไม่ให้ปลายรากขาด
2. นำต้นพืชไปล้างน้ำให้ดินหลุดจากราก แล้วตัดรากพืชบริเวณที่มีขนรากมาอย่างละ 2-3 ท่อน ท่อนละ 3 เซนติเมตร ล้างให้สะอาดแล้วนำไปแช่น้ำ
3. เตรียมสารละลายสีสำหรับย้อมขึ้นเนื้อเยื่อ โดยหยดสีชาฟรานินความเข้มข้น 1 % ประมาณ 1-2 หยด ลงในน้ำ 10 มิลลิลิตร ในจานเพาะเชื้อ
4. การตัดรากพืชใบเลี้ยงคู่และรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตามขวาง มีขั้นตอนดังนี้
 - 4.1 นำใบมีดโกนมาหักครึ่งตามยาวขณะอยู่ในกระดาด เพื่อใช้งานได้ปลอดภัยและประหยัดเวลา จากนั้นตัดรากตามขวางให้ได้ชิ้นบาง โดยจับท่อนแรกด้วยหัวแม่มือและนิ้วชี้ให้หน้าตัดที่ต้องการอยู่ในแนวระนาบและสูงกว่านิ้วมือเล็กน้อย
 - 4.2 จับใบมีดด้วยนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้จุ่มใบมีดลงไปในน้ำให้เปียกแล้ววางคมมีดอยู่ในแนวระนาบจรดใบมีดกับหน้าตัดท่อนรากดึงใบมีดเข้าหาตัว พยายามดึงใบมีดด้วยนิ้วทั้งสองเข้าหาตัวครั้งเดียวเพื่อให้ได้ชิ้นส่วนของพืชเป็นชิ้นบาง ๆ 1 ชิ้น ห้ามดึงใบมีดหลาย ๆ ครั้งแบบเลื่อยไม้ ตัดให้ได้หลาย ๆ ชิ้นใสในน้ำ
5. เลือกชิ้นส่วนของรากที่ตัดเป็นชิ้นบางโดยใช้ฟู่กันแตะแล้วแช่ในน้ำสีที่ใสในจานเพาะเชื้อ (แยกกล้วยและข้าวโพดเป็นจานละชนิด)
6. เลือกชิ้นส่วนที่บางและสมบูรณ์ซึ่งย้อมสีแล้วจำนวน 3-4 ชิ้น โดยใช้ฟู่กันแตะแล้วนำไปแช่ในน้ำที่ใสในจานเพาะเชื้อเพื่อล้างสีส่วนเกิน จากนั้นใช้ฟู่กันเลือกชิ้นส่วนมาวางลงบนหยดน้ำบนสไลด์แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ อย่าให้มีฟองอากาศอยู่ภายใน
7. เช็ดน้ำที่ล้นตรงขอบกระจกปิดสไลด์ และอย่าให้ด้านบนกระจกปิดสไลด์เปียกน้ำ

8. นำสไลด์ไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ เริ่มจากกำลังขยายต่ำก่อนเพื่อเลือกศึกษาชิ้นเนื้อเยื่อที่บางและสมบูรณ์ที่สุด แล้วจึงเปลี่ยนเป็นกำลังขยายสูงขึ้นเพื่อศึกษารายละเอียดของโครงสร้างภายในของรากให้ได้มากขึ้น จากนั้นบันทึกผลการศึกษาโดยการวาดรูปพร้อมชื่อบอกรายละเอียดตารางบันทึกผลการตัดรากพืช ตามยาว

พืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข้าวโพด)

ชื่อส่วนประกอบภายในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	หน้าที่

พืชใบเลี้ยงคู่(ถั่วเขียว)

ชื่อส่วนประกอบภายในรากพืชใบเลี้ยงคู่	หน้าที่

ตารางบันทึกผลการตัดรากพืช ตามขวาง

พืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข้าวโพด)

ชื่อส่วนประกอบภายในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	หน้าที่

พืชใบเลี้ยงคู่(ถั่วเขียว)

[illegible]

ตอบคำถามท้ายกิจกรรม

1. จากการศึกษาโครงสร้างปลายรากตัดตามยาว/ตามขวางภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ โครงสร้างที่อยู่ปลายสุดของรากคืออะไร มีความสำคัญต่อพืชอย่างไร

คำตอบ.....

.....

.....

.....

2. จากการศึกษาโครงสร้างภายในของรากระยะที่มีการเติบโตปฐมภูมิของรากพืชใบเลี้ยงคู่ และรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เนื้อเยื่อชั้นใดบ้างที่มีลักษณะคล้ายกัน

คำตอบ.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนจะบอกได้อย่างไรว่า สไลด์โครงสร้างของรากที่ศึกษาอยู่เป็นของรากพืชใบเลี้ยงคู่ หรือรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

คำตอบ.....

.....

.....

.....

.....

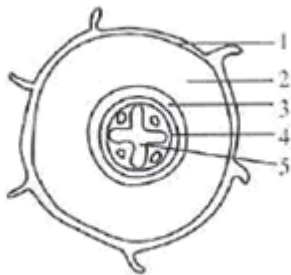
แบบทดสอบก่อนเรียน

1.ข้อใดต่อไปนี้อธิบายความหมายหน้าที่ของ ราก ได้ถูกต้องที่สุด ก. ทำหน้าที่ยึดลำต้นให้ติดกับดิน ข. ทำหน้าที่ดูดน้ำและธาตุอาหาร ค. ทำหน้าที่ยึดลำต้นให้ติดกับดิน ดูดน้ำ และธาตุอาหาร และทำหน้าที่สะสมอาหาร เช่น มันเทศ แครอท ง. ทำหน้าที่ยึดลำต้นและดูดซึมธาตุอาหาร 2.เนื้อเยื่อชั้นที่พบในรากพืชแต่ไม่พบในลำต้น ก. endodermis และ pericycle ค. endodermis และ cambium ข. endodermis และ cortex ง. endodermis และ pith 3.การที่จะดูว่าเป็นรากหรือลำต้นตัดตามขวางดูได้จาก ก. ชั้นของ cortex ในรากแคบ cortex ลำต้นกว้าง ข. ชั้นของ cortex ในลำต้นแคบ cortex ของรากกว้าง ค. ชั้นของมดท่อน้ำท่ออาหารกระจายในราก และเป็นระเบียบในลำต้น ง. ชั้นของมดท่อน้ำท่ออาหารกระจายในลำต้น และเป็นระเบียบในราก 4.รากพืชที่แก่ๆ มักพบว่าเนื้อเยื่อชั้นใดของพืชที่จะปรากฏแถบคาสปาเรียน คาดไว้และแถบนี้มีข้อดีข้อเสียอย่างไร ก. เอพิเดอร์มิส, ให้ความแข็งแรงแก่พืช ข. คอร์เทก, ให้ความแข็งแรงแก่พืช ค. เอนโดเดอร์มิส, กันไม่ให้น้ำไหลผ่าน ง. เพอริไซเคิล, กันไม่ให้น้ำไหลผ่าน	ข. รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเจริญจากไฮโปคอติล เป็นรากฝอย ค. รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเจริญจากแรดิเคิลเป็นรากแก้ว ง. รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเจริญจากแรดิเคิลเป็นราก 6.แกวระยะหนึ่ง รากฝอยเจริญทำหน้าที่แทนเมื่อสูงขึ้นส่วนที่ตัดตามขวางของพืชด้วยกลองจุลทรรศน์และพบว่าใจกลางชั้นส่วนนั้นเป็นเนื้อเยื่อไซเลม แสดงว่าชั้นส่วนนั้นเป็นส่วนของ ก. ลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่ ข. รากของพืชใบเลี้ยงคู่ ค. ลำต้นของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ง. รากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว 7.รากพืชบริเวณที่ทำหน้าที่ ดูดซึมสารจากดินเพื่อลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของลำต้นมีการจัดลำดับชั้นเนื้อเยื่อภายในอย่างไร ก. เอพิเดอร์มิส - คอร์เทกซ์- เวสเซลล์เมมเบอร์ - ซีฟทิวบ์เมมเบอร์-พิธ ข. พิช - เอนโดเดอร์มิส - เพริไซเคิล - วาสคิวลาร์บันเดล - พิช ค. ขนราก - คอร์เทกซ์ - เอนโดเดอร์มิส - เพริไซเคิล - วาสคิวลาร์บันเดล - พิช ง. เทติ - เวสเซลเมมเบอร์ - ไซเลมพาเรงคิมา - ไซเลมไฟเบอร์ - คอมพาเนียนเซลล์-ซีฟทิวบ์เมมเบอร์ 8.รากขนเปลี่ยนแปลงมาจาก ก. รากแก้ว ค. เพอริไซเคิล ข. คอร์เทกซ์ ง. เอพิเดอร์มิส
--	--

5.การเจริญเติบโตของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ต่างจากพืชใบเลี้ยงคู่อย่างไร

ก. รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเจริญจากไฮโปคอติล เป็นรากแขนง

9.จากแผนภาพภาคตัดขวางของของรากพืช รากแขนงเกิดจากเนื้อเยื่อหมายเลขใด และเซลล์ที่เป็นองค์ประกอบของเนื้อเยื่อหมายเลข 5 เมื่อเจริญเต็มที่แล้วมีลักษณะอย่างไร



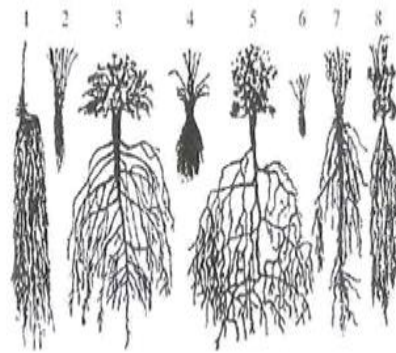
ก.หมายเลข 1 มีผนังเซลล์บาง รูปร่างค่อนข้างกลม

ข. หมายเลข 2 เป็นเซลล์รูปร่างยาว ผนังเซลล์บาง ผนังเซลล์ด้านหัวท้ายมีลักษณะเป็นแผ่นตะแกรง

ค. หมายเลข 3 เป็นเซลล์รูปร่างยาว หัวท้ายแหลม มีนิวเคลียสใหญ่

ง. หมายเลข 4 มีผนังเซลล์หนา ไม่มีชีวิต

10.หมายเลขใดเป็นพืชใบเลี้ยงคู่



ก. 1,2,4,6,8

ข. 3,5,7

ค. 1,2,3,4

ง. 5,6,7,8

.....

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

1. ค 2.ก 3.ข 4.ค 5.ง 6.ง 7.ข 8.ค 9.ง 10.ข

แบบทดสอบหลังเรียน

1. รากพืชบริเวณที่ทำหน้าที่ ดูดซึ่มสารจากดินเพื่อลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของลำต้นมีการจัดลำดับชั้นเนื้อเยื่อภายในอย่างไร ก. เอพิเดอร์มิส - คอร์เทกซ์-เวสเซลล์เมมเบอร์ ซีฟทิวบ์เมมเบอร์-พิธ ข. พิช-เอนโดเดอร์มิส - เพรไซเคิล - วาสคิวลาร์บันเดิล พิช ค. ขนราก - คอร์เทกซ์- เอนโดเดอร์มิส - เพรไซเคิล วาสคิวลาร์บันเดิล - พิช ง. เทรคีด - เวสเซลล์เมมเบอร์ - ไฮเลมพาเรงคิมา - ไฮเลม ไฟเบอร์ - คอมพานีเยนเซลล์-ซีฟทิวบ์เมมเบอร์-ซีฟทิวบ์เมมเบอร์ 2. เมื่อดูชิ้นส่วนที่ตัดตามขวางของพืชด้วยกล้องจุลทรรศน์และพบว่าใจกลางชิ้นส่วนนั้นเป็นเนื้อเยื่อไฮเลม แสดงว่าชิ้นส่วนนั้นเป็นส่วนของ ก. ลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่ ข. รากของพืชใบเลี้ยงคู่ ค. ลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่ ง. รากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว 3. เซลล์ที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการลำเลียงอาหารในพืชคือเซลล์ใด ก. เวสเซลล์และเตรคีด ข. ไฮเล็มและเซลล์พาเรงคิมา ค. ซีฟทิวบ์และเซลล์คอมพานีเยน ง. โพลีเอมและเซลล์คอลเลงคิมา 4. ในกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารของพืช มีเซลล์ชนิดหนึ่งที่ไม่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการลำเลียงน้ำและอาหาร เซลล์ชนิดนี้คือ ก. เซลล์คอมพานีเยน ข. เซลล์ไฟเบอร์ ค. เซลล์เตรคีด ง. เซลล์ซีฟทิวบ์เมมเบอร์	5. เซลล์รูปร่างยาว ผนังหนา มีวอลเลย์ร่างแหที่ผนังด้านข้างซึ่งเกิดจากการพองของสารลิกนินผนังด้านหัวท้ายมีรูพรุน เซลล์เรียงต่อกันตามยาวคล้ายท่อคือข้อใด ก. ซีฟทิวบ์ ข. เทรคีด ค. ไฟเบอร์ ง. เวสเซลล์ 6. พืชดอกมีไฮเล็มที่ประกอบด้วย 1) เทรคีด 2) เวสเซลล์ 3) ไฟเบอร์ 4) พาเรงคิมา เซลล์ใดเป็นเซลล์ที่ไม่มีชีวิต ก. 1) และ 2) ข. 3) และ 4) ค. 1), 2) และ 3) ง. 1), 2), 3) และ 4) 7. รากที่พืชยาวขึ้นและสามารถดันลงไปในดินได้เป็นเพราะมีการเจริญของบริเวณใด ก. หมวกราก ข. บริเวณแบ่งเซลล์ ค. บริเวณการยืดตามยาวของเซลล์ ง. บริเวณการเปลี่ยนสภาพและการเจริญเต็มที่ของเซลล์ 8. สารเคมีที่เป็นพิษซึ่งสะสมอยู่ในหัว (ลำต้นหรือราก) ที่อยู่ใต้ดินพบมากในเนื้อเยื่อชนิดใด ก. พาเรงคิมา ข. คอร์เทกซ์ ค. เพรไซเคิล ง. เอพิเดอร์มิส
--	---

9. เซลล์คุมเปลี่ยนแปลงจากเซลล์ใด ก. Stoma ข. Parenchyma ค. Cutin ง. Epidermis	10. ในการลำเลียงน้ำของรากไม้ที่มีความสูงเกิน 15 เมตรขึ้นไปปลายยอด สามารถทำได้ด้วยกลไกของแรงชนิดใด ก. แรงดันรากและแรงแคพิลลารี ข. แรงแคพิลลารีและแรงดึงจากการคายน้ำ ค. แรงดึงจากการคายน้ำและแรงดันราก ง. แรงดึงจากการคายน้ำและโคฮีชัน
--	---

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

1. ก 2.ข 3.ค 4.ข 5.ค 6.ค 7.ค 8.ก 9.ง 10.ง

บรรณานุกรม

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. 2563. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่มที่ 3 ตามผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2563) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและสถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. 2560. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง(กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2565) สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2560. พิมพ์ที่โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

- <https://sites.google.com/site/kruscifun/plantstructure/root>
- www.maceducation.com
- <https://www.aksorn.com/download/basic-education>
- [Watch | Facebook](#)
- รากพิเศษ adventitious root | (wordpress.com)
- นิเวศน่ารู้ - เรื่องราก - มูลนิธิสืบนาคะเสถียร (seub.or.th)