



วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

๔

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑





คู่มือครู รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

จัดทำโดย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ

พิมพ์ครั้งที่ ๑

ISBN

จำนวน ๑๐๐,๐๐๐ เล่ม พ.ศ. ๒๕๖๑

จัดจำหน่ายโดย

องค์การค้ำของ สกสศ. พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว ๒๒๔๙

ถนนลาดพร้าว วังทองหลาง กรุงเทพมหานคร มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

คำนำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้รับมอบหมายจากกระทรวงศึกษาธิการ ในการพัฒนามาตรฐานและตัวชี้วัดของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และยังมี บทบาทหน้าที่ในการรับผิดชอบเกี่ยวกับการจัดทำหนังสือเรียน คู่มือครู แบบฝึกทักษะ กิจกรรม และสื่อการเรียนรู้ ตลอดจนวิธีการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล เพื่อให้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ นี้ จัดทำขึ้นเพื่อ ประกอบการใช้หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ โดยครอบคลุมเนื้อหาตามสาระและ มาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ในสาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ โดยมีตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัดและ สาระการเรียนรู้แกนกลาง เพื่อการจัดทำหน่วยการเรียนรู้ มีแนวการจัดการเรียนรู้ การให้ความรู้เพิ่มเติมที่จำเป็น สำหรับครูผู้สอน รวมทั้งการเฉลยคำตอบ และแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน

สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือครูเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ และเป็นส่วนสำคัญในการ พัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิ บุคลากร ทางการศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดทำไว้ ณ โอกาสนี้



(นางพรพรรณ ไวทยางกูร)

ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ

คำชี้แจง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช ๒๕๕๑ โดยมีจุดเน้นเพื่อต้องการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถที่ทัดเทียมกับนานาชาติ ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑ ซึ่งในปีการศึกษา ๒๕๖๑ เป็นต้นไปโรงเรียนจะต้องใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) สสวท. ได้มีการจัดทำหนังสือเรียนที่เป็นไปตามมาตรฐานหลักสูตรเพื่อให้โรงเรียนได้ใช้สำหรับจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน และเพื่อให้ครูผู้สอนสามารถสอนและจัดกิจกรรมต่างๆ ตามหนังสือเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้จัดทำคู่มือครูสำหรับใช้ประกอบหนังสือเรียนดังกล่าว

คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ นี้ ได้บอกแนวการจัดการเรียนการสอนตามเนื้อหาในหนังสือเรียนเกี่ยวกับ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ กลไกการรักษาอุณหภูมิและภูมิคุ้มกันของร่างกาย การดำรงชีวิตของพืชและการใช้ประโยชน์จากพืช การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การคัดเลือกโดยธรรมชาติซึ่งมีผลต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและปัญหาที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม โดยใช้สถานการณ์หรือคำถามที่เชื่อมโยงกับชีวิต เน้นการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งครูผู้สอนสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ในการจัดทำคู่มือครูเล่มนี้ ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิชาการอิสระ ณาจารย์ รวมทั้งครูผู้สอน นักวิชาการ จากทั้งภาครัฐและเอกชน จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เล่มนี้ จะเป็นประโยชน์แก่ผู้สอน และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ที่จะช่วยให้การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากมีข้อเสนอแนะใดที่จะทำให้คู่มือครูเล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โปรดแจ้ง สสวท. ทราบด้วยจะขอบคุณยิ่ง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ

ข้อเสนอแนะทั่วไปในการใช้คู่มือครู

วิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ รวมทั้งมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาผลผลิตต่าง ๆ ที่ใช้ในการอำนวยความสะดวกทั้งในชีวิตและการทำงาน นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ยังช่วยพัฒนาวิธีคิดและทำให้มีทักษะที่จำเป็นในการตัดสินใจและแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีความรู้และทักษะที่สำคัญตามเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญยิ่ง ซึ่งเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า
7. เพื่อให้มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์

คู่มือครูเป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นควบคู่กับหนังสือเรียน สำหรับให้ครูได้ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้และมีทักษะที่สำคัญตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในหนังสือเรียน ซึ่งสอดคล้องกับตัวชี้วัดตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ รวมทั้งมีสื่อการเรียนรู้ในเว็บไซต์ที่สามารถเชื่อมโยงได้จาก QR code หรือ URL ที่อยู่ประจำแต่ละบท ซึ่งครูสามารถใช้ส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ อย่างไรก็ตามครูอาจพิจารณาตัดแปลงหรือเพิ่มเติมการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับบริบทของแต่ละห้องเรียนได้ โดยคู่มือครูมีองค์ประกอบหลักดังต่อไปนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไปในการใช้คู่มือครู

ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดเป็นกรอบแนวทางการประเมินเนื้อหาหรือทักษะขั้นต่ำ ซึ่งช่วยให้ครูได้ทราบเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดได้ ทั้งนี้ครูอาจเพิ่มเติมเนื้อหาหรือทักษะตามศักยภาพของนักเรียน รวมทั้งอาจสอดแทรกเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับท้องถิ่น เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้นได้

การวิเคราะห์ตัวชี้วัด

การวิเคราะห์ความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และ จิตวิทยาาสตร์ที่เกี่ยวข้องในแต่ละตัวชี้วัด เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้

ผังมโนทัศน์

แผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดหลัก ความคิดรอง และความคิดย่อย เพื่อช่วยให้ครูเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาภายในบทเรียน

สาระสำคัญ

การสรุปเนื้อหาสำคัญของบทเรียน เพื่อช่วยให้ครูเห็นกรอบเนื้อหาทั้งหมด รวมทั้งลำดับของเนื้อหาในบทเรียนนั้น

เวลาที่ใช้

เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งครูอาจดำเนินการตามข้อเสนอแนะที่กำหนดไว้ หรืออาจปรับเวลาได้ตามความเหมาะสมกับบริบทของแต่ละห้องเรียน

ความรู้ก่อนเรียน

คำสำคัญหรือข้อความที่เป็นความรู้พื้นฐาน ซึ่งนักเรียนควรมีก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนนั้น

ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

ชุดคำถามและเฉลยที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้ก่อนเรียนตามที่ระบุไว้ในหนังสือเรียน เพื่อให้ครูได้ตรวจสอบและทบทวนความรู้ให้นักเรียนก่อนเริ่มกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละบทเรียน

ข้อเสนอแนะทั่วไปในการใช้คู่มือครู

การจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้ออาจมีองค์ประกอบแตกต่างกัน โดยรายละเอียดแต่ละองค์ประกอบ เป็นดังนี้

- **จุดประสงค์การเรียนรู้**

เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดความรู้ หรือทักษะหลังจากผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ ซึ่งสามารถวัดและประเมินผลได้ ทั้งนี้ครูอาจตั้งจุดประสงค์เพิ่มเติมจากที่ให้ได้ตามความเหมาะสมกับบริบทของแต่ละห้องเรียน

- **ความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้น**

เนื้อหาที่นักเรียนอาจเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่พบบ่อย ซึ่งเป็นข้อมูลให้ครูได้พึงระวังหรืออาจเน้นย้ำในประเด็นดังกล่าวเพื่อป้องกันการเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้

- **แนวการจัดการเรียนรู้**

แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีการนำเสนอทั้งในส่วนของเนื้อหาและกิจกรรมเป็นขั้นตอนอย่างละเอียด ทั้งนี้ครูอาจปรับหรือเพิ่มเติมกิจกรรมจากที่ให้ได้ตามความเหมาะสมกับบริบทของแต่ละห้องเรียน

กิจกรรม

การปฏิบัติที่ช่วยในการเรียนรู้เนื้อหาหรือฝึกฝนให้เกิดทักษะตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน โดยอาจเป็นการทดลอง การสาธิต การสืบค้นข้อมูล หรือกิจกรรมอื่น ๆ ซึ่งควรให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง โดยองค์ประกอบของกิจกรรมมีรายละเอียดดังนี้

- **จุดประสงค์**

เป้าหมายที่ต้องการให้นักเรียนเกิดความรู้หรือทักษะหลังจากผ่านกิจกรรมนั้น

- **วัสดุและอุปกรณ์**

รายการวัสดุ อุปกรณ์ หรือสารเคมี ที่ต้องใช้ในการทำกิจกรรม ซึ่งครูควรเตรียมให้เพียงพอสำหรับการจัดกิจกรรม

- **การเตรียมล่วงหน้า**

ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่ครูต้องเตรียมล่วงหน้าสำหรับการจัดกิจกรรม เช่น การเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ การเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิต

ข้อเสนอแนะทั่วไปในการใช้คู่มือครู

- ข้อเสนอแนะสำหรับครู

ข้อมูลที่ให้ครูแจ้งต่อนักเรียนให้ทราบถึงข้อควรระวัง ข้อควรปฏิบัติ หรือข้อมูลเพิ่มเติมในการทำกิจกรรมนั้น ๆ

- ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่างผลการทดลอง การสาธิต การสืบค้นข้อมูล หรือกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อให้ครูใช้เป็นข้อมูลสำหรับตรวจสอบผลการทำกิจกรรมของนักเรียน

- อภิปรายและสรุปผล

ตัวอย่างข้อมูลที่ควรได้จากการอภิปรายและสรุปผลการทำกิจกรรม ซึ่งครูอาจใช้คำถามท้ายกิจกรรมหรือคำถามเพิ่มเติม เพื่อช่วยให้นักเรียนอภิปรายในประเด็นที่ต้องการ รวมทั้งช่วยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันคิดและอภิปรายถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้ผลของกิจกรรมเป็นไปตามที่คาดหวัง หรืออาจไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง

นอกจากนี้อาจมีความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู เพื่อให้ครูมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ เพิ่มขึ้น ซึ่งไม่ควรนำไปเพิ่มเติมให้นักเรียน เพราะเป็นส่วนที่เสริมจากเนื้อหาที่มีในหนังสือเรียน

- แนวการวัดและประเมินผล

แนวการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งประเมินทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ควรเกิดขึ้นหลังจากได้เรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ ผลที่ได้จากการประเมินจะช่วยให้ครูทราบถึงความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียน

เครื่องมือวัดและประเมินผลมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น แบบทดสอบรูปแบบต่าง ๆ แบบประเมินทักษะ แบบประเมินคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูอาจเลือกใช้เครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผลจากเครื่องมือมาตรฐานที่มีผู้พัฒนาไว้แล้ว ดัดแปลงจากเครื่องมือที่ผู้อื่นทำไว้แล้ว หรือสร้างเครื่องมือใหม่ขึ้นเอง ตัวอย่างของเครื่องมือวัดและประเมินผลดังกล่าว

ข้อเสนอแนะทั่วไปในการใช้คู่มือครู

- **เฉลยคำถาม**

แนวคำตอบของคำถามระหว่างเรียนและคำถามท้ายบทเรียนในหนังสือเรียน เพื่อให้ครูใช้เป็นข้อมูลในการตรวจสอบการตอบคำถามของนักเรียน

- **เฉลยคำถามระหว่างเรียน**

แนวคำตอบของคำถามระหว่างเรียนซึ่งมีทั้งคำถามชวนคิด ตรวจสอบความเข้าใจ และแบบฝึกหัด ทั้งนี้ครูควรใช้คำถามระหว่างเรียนเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนก่อนเริ่มเนื้อหาใหม่ เพื่อให้สามารถปรับการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมต่อไป

- **เฉลยคำถามท้ายบทเรียน**

แนวคำตอบของแบบฝึกหัดท้ายบท ซึ่งครูควรใช้คำถามท้ายบทเรียนเพื่อตรวจสอบว่าหลังจากเรียนจบบทเรียนแล้ว นักเรียนยังขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องใด เพื่อให้สามารถวางแผนการทบทวนหรือเน้นย้ำเนื้อหาให้กับนักเรียนก่อนการทดสอบได้

สารบัญ

บทที่

เนื้อหา

หน้า

1



การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์

การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์	1
ตัวชี้วัด	1
การวิเคราะห์ตัวชี้วัด	2
ผังมโนทัศน์	3
สาระสำคัญ	4
เวลาที่ใช้	4
ความรู้ก่อนเรียน	4
1.1 การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์	5
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 1	15

2



การรักษาคุณภาพ ของร่างกายมนุษย์

การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์	18
ตัวชี้วัด	18
การวิเคราะห์ตัวชี้วัด	19
ผังมโนทัศน์	22
สาระสำคัญ	24
เวลาที่ใช้	24
ความรู้ก่อนเรียน	24
2.1 การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกาย	26
2.2 การรักษาคุณภาพของกรด-เบสของเลือด	34
2.3 การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย	43
2.4 ระบบภูมิคุ้มกัน	47
2.4.1 กลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอม แบบไม่จำเพาะ	47
2.4.2 กลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะ	53
2.4.3 ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน	59
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 2	62

สารบัญ

บทที่

เนื้อหา

หน้า

3



การดำรงชีวิต
ของพืช

การดำรงชีวิตของพืช	66
ตัวชี้วัด	66
การวิเคราะห์ตัวชี้วัด	67
ผังมโนทัศน์	70
สาระสำคัญ	71
เวลาที่ใช้	71
ความรู้ก่อนเรียน	71
3.1 สารอินทรีย์ในพืช	73
3.1.1 สารอินทรีย์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต ของพืชโดยตรง	74
3.1.2 สารอินทรีย์ที่ไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต ของพืชโดยตรง	79
3.2 ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	83
3.2.1 ปัจจัยภายนอก	85
3.2.2 ปัจจัยภายใน	87
3.3 การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้า	92
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 3	94

4



พันธุกรรมและ
วิวัฒนาการ

พันธุกรรมและวิวัฒนาการ	98
ตัวชี้วัด	98
การวิเคราะห์ตัวชี้วัด	99
ผังมโนทัศน์	102
สาระสำคัญ	103
เวลาที่ใช้	103
ความรู้ก่อนเรียน	104
4.1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	105
4.1.1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยาย ของพันธุศาสตร์เมนเดล	106
4.2 ยีนกับการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม	112
4.3 การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	115
4.4 เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	117
4.5 วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	120
4.5.1 ความหลากหลายทางพันธุกรรม	121
4.5.2 การคัดเลือกโดยธรรมชาติ	122
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 4	128

สารบัญ		
บทที่	เนื้อหา	หน้า
5	ชีวิตในสิ่งแวดล้อม	134
	ตัวชี้วัด	134
	การวิเคราะห์ตัวชี้วัด	135
	ผังมโนทัศน์	137
	สาระสำคัญ	138
	เวลาที่ใช้	138
	ความรู้ก่อนเรียน	138
	5.1 ระบบนิเวศ	139
	5.1.1 ไบโอม	140
	5.1.2 การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ	147
ภาคผนวก	5.1.3 การเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร	149
	5.2 มนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	151
	5.2.1 ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	153
	5.2.2 การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	153
	เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 5	156
	ตัวอย่างเครื่องมือวัดและประเมินผล	160
	บรรณานุกรม	174
	คณะกรรมการจัดทำคู่มือครู	177

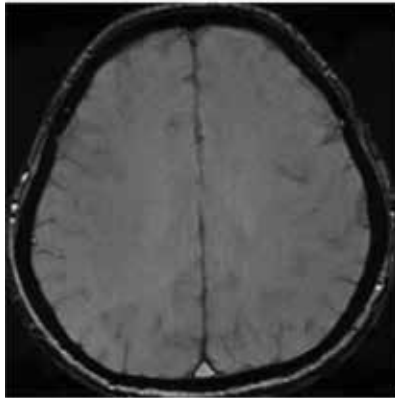
บทที่



ipst.me/7686

1

| การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์



ไม่ฉีดสาร



หลอดเลือด

ฉีดสาร

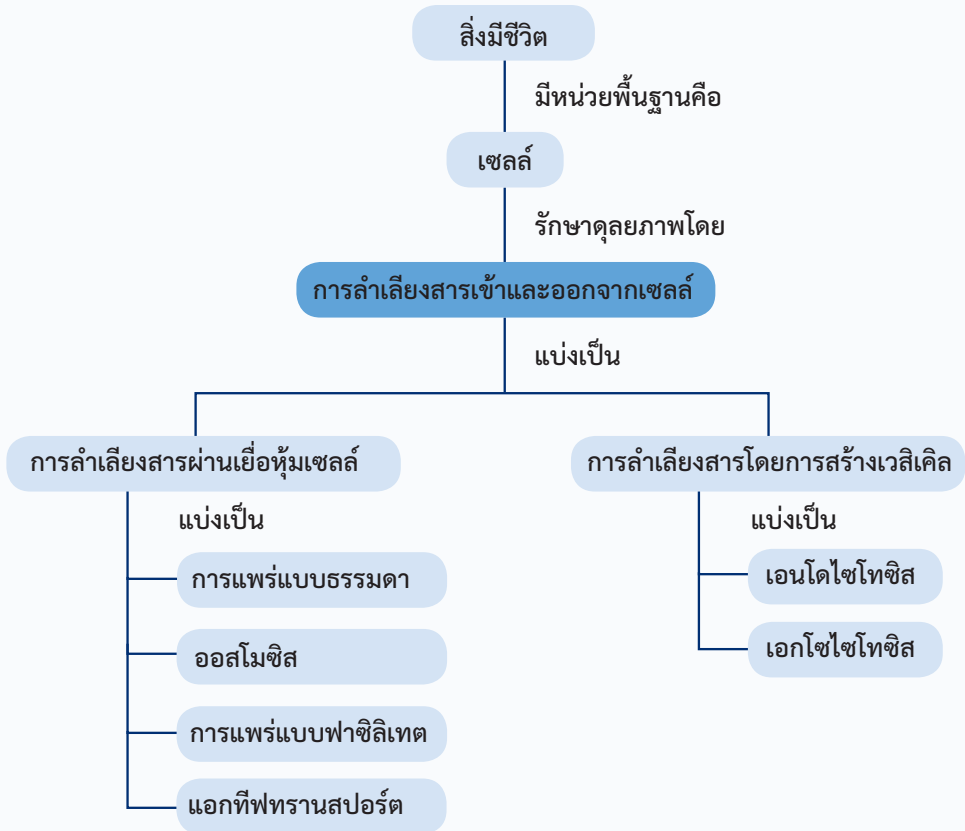
ตัวชี้วัด

อธิบายโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสาร และเปรียบเทียบการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบต่าง ๆ

การวิเคราะห์ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด 1. อธิบายโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสาร และเปรียบเทียบการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบต่าง ๆ จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. อธิบายโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ 2. อธิบายและเปรียบเทียบการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์โดยการแพร่แบบธรรมดา ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต แอ็กทีฟทรานสปอร์ต เอนโดไซโทซิส และเอกโซไซโทซิส		
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. การสังเกต 2. การจำแนกประเภท 3. การลงความเห็นจากข้อมูล	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	จิตวิทยาาสตร์ 1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์ 3. ความรอบคอบ 4. วัตถุวิสัย 5. ความซื่อสัตย์ 6. ความใจกว้าง

ผังมโนทัศน์



สาระสำคัญ

เซลล์มีการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ โดยมีการควบคุมทั้งชนิดและปริมาณสารที่ผ่านเข้าออก กระบวนการนี้ทำให้เซลล์รักษาดุลยภาพไว้ได้และเซลล์สามารถทำงานได้ตามปกติ ซึ่งส่งผลให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้

เยื่อหุ้มเซลล์ทำหน้าที่เป็นเยื่อเลือกผ่านในการลำเลียงสาร โดยโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์มีความสัมพันธ์กับการลำเลียงสารซึ่งมีหลายวิธี เช่น การแพร่แบบธรรมดา ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต แอกทีฟทรานสปอร์ต เอนโดไซโทซิส และเอกโซไซโทซิส

เวลาที่ใช้

บทนี้ควรใช้เวลาสอนประมาณ 5.0 ชั่วโมง

1.1 การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์

5.0 ชั่วโมง

ความรู้ก่อนเรียน

เซลล์



เฉลยตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

ให้นักเรียนใส่เครื่องหมายถูก (✓) หรือ ผิด (✗) หน้าข้อความตามความเข้าใจของนักเรียน



1. เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต



2. เซลล์มีส่วนห่อหุ้มเซลล์ เรียกว่า เยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งยอมให้สารทุกชนิดผ่านเข้าและออกได้อย่างอิสระเพื่อให้เซลล์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้



3. การแพร่เกิดจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลสารโดยใช้พลังงานจลน์ของโมเลกุล



4. ออสโมซิสเป็นการแพร่ของน้ำจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของสารสูงโดยไม่จำเป็นต้องผ่านเยื่อเลือกผ่าน

1.1 การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์
2. อธิบายและเปรียบเทียบการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์โดยการแพร่แบบธรรมดาออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต แอ็กทีฟทรานสปอร์ต เอนโดไซโทซิส และเอกโซไซโทซิส

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่สามารถใช้ความรู้เรื่องการลำเลียงสารผ่านเซลล์มาอธิบายได้ เช่น ภาพถ่ายสมองจากการตรวจวินิจฉัยหลอดเลือดด้วยเทคนิคเอ็มอาร์ไอ (Magnetic Resonance Imaging หรือ MRI) ซึ่งจะเห็นหลอดเลือดชัดเจนเนื่องจากการฉีดสารเข้าสู่หลอดเลือดเพื่อเพิ่มความชัดเจนของหลอดเลือดให้แตกต่างจากพื้นหลัง จากนั้นใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจว่า เพราะเหตุใดสารดังกล่าวจึงคงอยู่ในหลอดเลือดและไม่ลำเลียงเข้าสู่เซลล์ผนังหลอดเลือด

ครูอธิบายว่าในการที่เซลล์จะดำรงชีวิตอยู่ได้จะต้องมีการลำเลียงสารชนิดต่าง ๆ เข้าและออกจากเซลล์ พร้อมยกตัวอย่างสาร (รูป 1.1 ในหนังสือเรียน) จากนั้นยกตัวอย่างกรณีของความเข้มข้นของสารที่แตกต่างกันระหว่างภายในและภายนอกเซลล์ เช่น ความเข้มข้นของไอออนภายในและภายนอกเซลล์ประสาทของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (รูป 1.2 ในหนังสือเรียน) เพื่อสรุปว่านอกจากชนิดของสารแล้วเซลล์ยังสามารถควบคุมปริมาณสารที่ผ่านเข้าออกด้วย

เยื่อหุ้มเซลล์กับการลำเลียงสาร

ครูใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่ประเด็นที่ว่าเยื่อหุ้มเซลล์ทำหน้าที่เป็นเยื่อเลือกผ่านในการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ครูอาจทบทวนโครงสร้างพื้นฐานของเซลล์โดยใช้ภาพเซลล์สัตว์และภาพเซลล์พืชประกอบ จากนั้นทำกิจกรรม 1.1



กิจกรรม 1.1 สมบัติการเป็นเยื่อเลือกผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์

จุดประสงค์

1. ศึกษาสมบัติการเป็นเยื่อเลือกผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์
2. วิเคราะห์ผลจากการทำกิจกรรม และสรุปสมบัติการเป็นเยื่อเลือกผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์

เวลาที่ใช้ (โดยประมาณ) 120 นาที

วัสดุและอุปกรณ์

รายการ	ปริมาณต่อกลุ่มหรือห้อง
1. ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต เช่น แหนที่มีรากติดอยู่สไปโรไจรา สาหร่ายเซลล์เดียว ยีสต์	ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตชนิดละ 2-3 ชุดต่อห้อง
2. สีนิวทรัลเรด (neutral red) 0.5%	2-3 ชุดต่อห้อง
3. สีผสมอาหารสีแดง	2-3 ชุดต่อห้อง
4. น้ำกลั่น	1 ชุดต่อกลุ่ม
5. เอทิลแอลกอฮอล์ 70% หรือแอลกอฮอล์ล้างแผล	1 ชุดต่อกลุ่ม
6. สไลด์พร้อมกระจกปิดสไลด์	10 ชุดต่อกลุ่ม
7. เข็มเขี่ย	2-3 อันต่อกลุ่ม
8. หลอดหยด	5 หลอดต่อกลุ่ม
9. พู่กัน	5 อันต่อกลุ่ม
10. จานเพาะเชื้อ	8 จานต่อกลุ่ม
11. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ	1 กล้องต่อกลุ่ม

การเตรียมล่วงหน้า

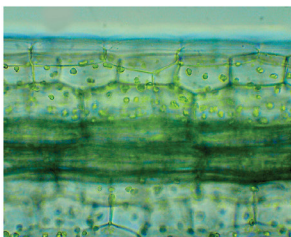
1. ครูเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิตโดยอาจเลือกจากสิ่งมีชีวิตที่หาได้ง่ายในห้องถิ่น เช่น แหนที่มีรากติดอยู่ สไปโรไจรา สาหร่ายเซลล์เดียว ยีสต์
2. ถ้าไม่สามารถหาสิ่งสมอาหารสีแดงได้อาจใช้สิ่งสมอาหารสีอื่นแทน แต่ไม่ควรใช้สีเขียว เนื่องจากจะทำให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงได้ยาก
3. เตรียมสารละลายสีนินทรีเรดในปริมาณที่เพียงพอสำหรับการใช้แต่ไม่มากจนเกินไป
4. สีนินทรีเรดจะไม่ทำให้สิ่งมีชีวิตตายทันที แต่ถ้าเข้าสู่เซลล์ในปริมาณสูงจากการแช่ในสารละลายสีที่มีความเข้มข้นมากจะทำให้เซลล์ตายเร็วขึ้น และไม่ควรแช่ทิ้งไว้นาน ครูอาจทำการทดลองล่วงหน้าเพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการย้อมสี โดยเปลี่ยนแปลงระยะเวลาที่กำหนดในวิธีการได้ตามความเหมาะสม

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

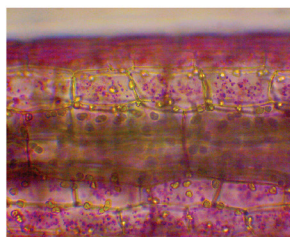
ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 3 - 4 คน ครูอาจทบทวนวิธีการเตรียมสไลด์สดและการใช้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ แนะนำให้นักเรียนบันทึกผลที่ได้โดยอาจวาดภาพหรือถ่ายภาพประกอบ จากนั้นร่วมกันอภิปรายผลการทดลองเพื่อตอบคำถามในกิจกรรม

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

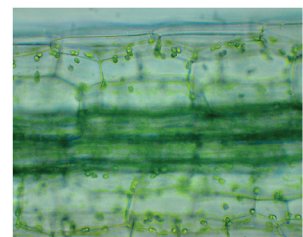
ตัวอย่างผลการทำกิจกรรมจากข้อที่ 1-4 ที่ใช้รากแห่น จะเห็นได้ว่าเซลล์รากแห่นย้อมติดสีนินทรีเรดแต่ไม่ติดสียสมอาหารสีแดง ดังภาพ



ไม่ย้อมสี

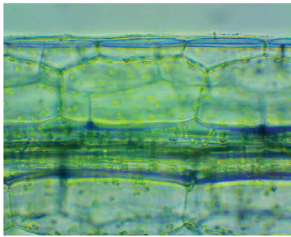


แช่ในสีนินทรีเรด

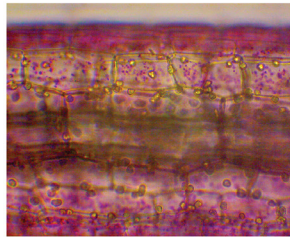


แช่ในสียสมอาหารสีแดง

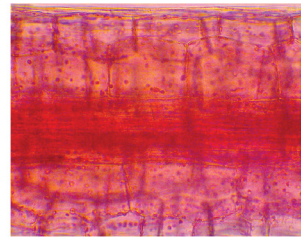
ตัวอย่างผลการทำกิจกรรมจากข้อที่ 5 ที่ใช้รากแทน จะเห็นได้ว่าเซลล์รากแทนที่ผ่านการแช่แอลกอฮอล์ย้อมติดทั้งสีนิวทรัลเรดและสียผสมอาหารสีแดง ดังภาพ



ไม่ย้อมสี



แช่ในสีนิวทรัลเรด



แช่ในสียผสมอาหารสีแดง

หมายเหตุ ถ้าทดลองกับสไปโรไจรา สำหรับย้อมเซลล์เดียว หรือยีสต์ ก็จะได้ผลการทดลองเป็นเช่นเดียวกับรากแทน

ระหว่างการทำกิจกรรม ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม

เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม



หลังการแช่สีในข้อที่ 3 ลักษณะภายในเซลล์เปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร และผลที่ได้ระหว่างสีทั้งสองชนิดเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร



รากแทนที่แช่ในสีนิวทรัลเรดจะเห็นสีแดงภายในเซลล์ของราก ส่วนรากแทนที่แช่ในสียผสมอาหารจะใสหรือเห็นเป็นสีเขียวเหมือนรากแทนปกติ



สีนิวทรัลเรดสามารถละลายได้ในลิพิด ส่วนสียผสมอาหารจะไม่ละลายในลิพิด จากผลการทำกิจกรรมและสมบัติการละลายของสีดังกล่าว สามารถสรุปถึงความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติการละลายของสารและความสามารถในการลำเลียงผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้อย่างไร



ผลการทดลองสอดคล้องกับการที่เยื่อหุ้มเซลล์มีลิพิดเป็นองค์ประกอบและมีสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่าน ซึ่งทำให้สารที่ละลายได้ในลิพิด เช่น สีนิวทรัลเรดลำเลียงเข้าสู่เซลล์ได้ ส่วนสารที่ไม่ละลายในลิพิดหรือสารที่ชอบน้ำ เช่น สียผสมอาหาร จะไม่สามารถลำเลียงเข้าสู่เซลล์ได้



ผลที่ได้ในชุดเซลล์ที่ผ่านการแช่เอทิลแอลกอฮอล์เหมือนหรือต่างจากผลในข้อ 1-4 อย่างไร เพราะเหตุใด



ได้ผลต่างจากในข้อ 1-4 โดยจะย้อมติดสีทั้ง 2 ชนิด เนื่องจากแอลกอฮอล์ละลายลิพิดในเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์เสียหาย สีสันอาหารจึงสามารถเข้าสู่เซลล์ได้ ภายในรากแห่นจึงย้อมติดสี

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองเพื่อลงข้อสรุปว่าเยื่อหุ้มเซลล์มีสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่าน โดยยอมให้สารที่ละลายในลิพิดผ่านเข้าสู่เซลล์ได้

โครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับวิธีการลำเลียงสาร

ครูอธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ (ภาพที่ 1-3 ในหนังสือเรียน) และการลำเลียงสารแบบต่าง ๆ โดยเชื่อมโยงถึงสมบัติของโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับวิธีการลำเลียงสาร

การแพร่แบบธรรมดา

ครูอธิบายถึงการแพร่แบบธรรมดา โดยอธิบายว่าการที่โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยชั้นลิพิดนั้นทำให้สารที่ละลายในลิพิดสามารถเข้าสู่เซลล์ได้ (อาจอ้างอิงถึง สีนีวทรัลเรดในกิจกรรม 1.1) และอธิบายเพิ่มเติมว่าสารบางชนิดถึงแม้จะไม่ละลายในลิพิดแต่สามารถลำเลียงผ่านชั้นลิพิดที่มีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาได้ถ้าสารนั้นมีขนาดเล็กพอและไม่มีประจุ เช่น แก๊สออกซิเจน ครูอาจใช้ภาพ แอนิเมชัน หรือวีดิทัศน์ เพื่อให้เห็นถึงภาพรวมกลไกการลำเลียงสารโดยการแพร่แบบธรรมดา และทิศทางการลำเลียงที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของสาร (รูป 1.4 ในหนังสือเรียน)

ออสโมซิส

ครูอธิบายเกี่ยวกับออสโมซิสโดยขยายความเพิ่มเติมจากกรณีการแพร่แบบธรรมดา ว่าโมเลกุลของน้ำมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลาและสามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้เช่นกัน ซึ่งศึกษาได้จากการทดลองดังรูป 1.5 ในหนังสือเรียน ครูอาจเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เช่น การเก็บรักษาพืชผักไม่ให้เหี่ยวโดยการแช่น้ำ หรือการให้น้ำเกลือแก่ผู้ป่วยผ่านทางหลอดเลือด โดยน้ำเกลือมีความเข้มข้นเทียบเท่ากับความเข้มข้นของสารภายในเซลล์

การแพร่แบบฟาซิลิเทต

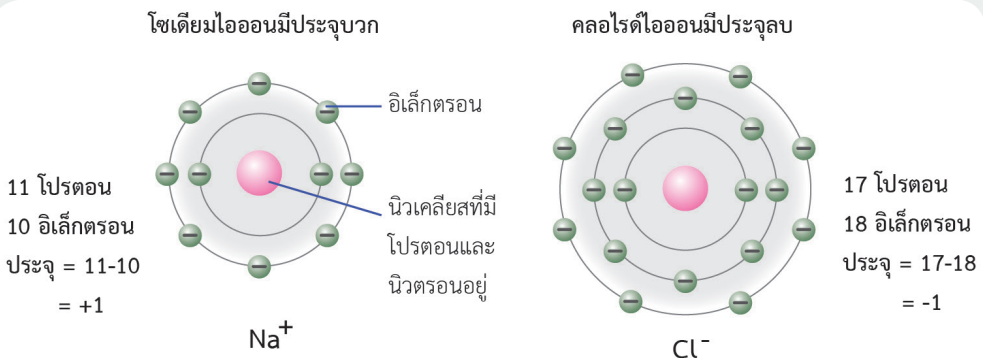
ครุยกตัวอย่างสารที่เซลล์ต้องลำเลียงเข้าหรือออกจากเซลล์ แต่ไม่สามารถลำเลียงผ่านชั้นลิพิดได้ เช่น กลูโคส (เนื่องจากไม่ละลายในลิพิดและมีขนาดใหญ่เกินกว่าจะแทรกผ่านระหว่างโมเลกุลของ ฟอสโฟลิพิด) คลอไรด์ไอออน (เนื่องจากมีประจุจึงมีความชอบน้ำสูงเกินกว่าที่จะผ่านชั้นลิพิดได้) และ อธิบายว่าเซลล์จะลำเลียงสารดังกล่าวเข้าหรือออกจากเซลล์โดยผ่านโปรตีนลำเลียงในเยื่อหุ้มเซลล์ที่ แทรกอยู่ในชั้นลิพิด ซึ่งจัดเป็นการแพร่แบบฟาซิลิเทต

จากนั้นใช้ภาพ แอนิเมชัน หรือวิดีโอ เพื่อแสดงถึงภาพรวมกลไกการลำเลียงด้วยวิธีนี้ โดยชี้ให้เห็นถึงการใช้โปรตีนลำเลียงที่มีความจำเพาะกับโมเลกุลของสาร และทิศทางการลำเลียงที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของสาร (รูป 1.6 ในหนังสือเรียน)

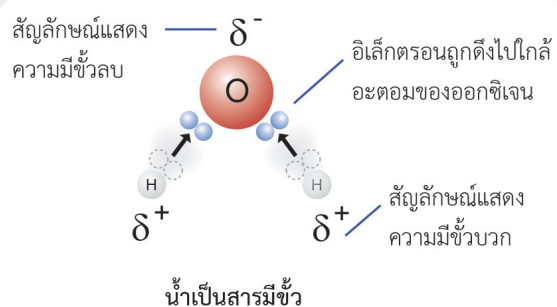


ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

สารมีประจุ คือ สารที่มีจำนวนโปรตอน (ซึ่งมีประจุบวก) ไม่เท่ากับจำนวนอิเล็กตรอน (ซึ่งมีประจุลบ) ทำให้ประจุสุทธิไม่เป็น 0 การเขียนจะมีเครื่องหมายและเลขประจุแสดงไว้ เช่น Na^+ Cl^- Ca^{2+}



สารมีขั้ว คือ สารที่ไม่มีประจุแต่มีการกระจายตัวของอิเล็กตรอนในโมเลกุลที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน จึงมีความเป็นขั้วเกิดขึ้น บริเวณที่มีอิเล็กตรอนหนาแน่นมากกว่าจะมีขั้วลบ ส่วนบริเวณที่มีอิเล็กตรอนหนาแน่นน้อยกว่าจะมีขั้วบวก



ครูอาจให้นักเรียนเปรียบเทียบการแพร่แบบธรรมดากับการแพร่แบบฟาซิลิเทตในประเด็นต่อไปนี้

ประเด็น	การแพร่แบบธรรมดา	การแพร่แบบฟาซิลิเทต
กลไกการลำเลียง	เคลื่อนผ่านระหว่างโมเลกุลของลิพิดที่เยื่อหุ้มเซลล์	ใช้โปรตีนลำเลียง
ทิศทางการลำเลียง	จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารสูงไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำ	จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารสูงไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำ

ครูอาจใช้กรณีการถนอมอาหารบางชนิดโดยใช้เกลือ เพื่อให้นักเรียนร่วมอภิปรายและลงข้อสรุปว่าใช้หลักการลำเลียงสารดังนี้

- ในระยะแรกจะมีการแพร่แบบฟาซิลิเทตของโซเดียมคลอไรด์ในเกลือเข้าสู่เซลล์ และออสโมซิสของน้ำออกจากเซลล์
- เมื่อผ่านไประยะหนึ่ง เซลล์จะตาย จึงไม่สามารถควบคุมการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ได้ โซเดียมคลอไรด์จึงเข้าสู่เซลล์โดยการแพร่แบบธรรมดา

ครูให้นักเรียนพิจารณาโครงสร้างโมเลกุลของ gadoteric acid (รูป 1.7 ในหนังสือเรียน) ที่ฉีดเข้าในหลอดเลือด เพื่อให้เห็นหลอดเลือดในสมองได้ชัดเจนในการตรวจวินิจฉัยด้วย MRI และร่วมกันอภิปรายโดยนำความรู้ที่ได้เรียนมาข้างต้นไปอธิบายถึงสาเหตุที่ gadoteric acid ไม่เข้าสู่เซลล์ ซึ่งคำอธิบายควรครอบคลุมถึงประเด็นต่อไปนี้

- โมเลกุลของ gadoteric acid มีประจุจึงไม่ละลายในลิพิด และมีขนาดใหญ่ จึงไม่สามารถลำเลียงผ่านชั้นลิพิดได้ (หลักการของการแพร่แบบธรรมดา)
- เยื่อหุ้มเซลล์ของหลอดเลือดไม่มีโปรตีนจำเพาะที่สามารถลำเลียง gadoteric acid ได้ (หลักการของการแพร่แบบฟาซิลิเทต)



เฉลยตรวจสอบความเข้าใจ



เพราะเหตุใดการใช้สีส้มอาหารที่ได้รับรองมาตรฐานจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ในปริมาณที่แนะนำ จึงไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย



เนื่องจากสีส้มอาหารละลายได้ดีในน้ำและไม่ละลายในไขมันจึงไม่ควรผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้ ทำให้ไม่มีการนำเข้าสู่เซลล์ร่างกาย แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นควรใช้ไม่เกินปริมาณที่กำหนด

แอกทีฟทรานสปอร์ต

ครูใช้กรณีการหลั่งไฮโดรเจนไอออนจากเซลล์บุผิวของกระเพาะอาหารเข้าสู่กระเพาะอาหารเพื่ออธิบายเกี่ยวกับแอกทีฟทรานสปอร์ต (รูป 1.9 ในหนังสือเรียน) โดยใช้ให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างแอกทีฟทรานสปอร์ตกับการลำเลียงแบบอื่นที่ได้เรียนมา รวมถึงการใช้พลังงาน เช่น พลังงานจากการสลายพันธะของ ATP ซึ่งทำให้เซลล์สามารถลำเลียงสารย้อนทิศทางความแตกต่างของความเข้มข้นได้ (รูป 1.8 ในหนังสือเรียน)

ครูอาจเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เช่น การใช้ยาลดกรดบางประเภทที่ยับยั้งการหลั่งไฮโดรเจนไอออนเข้าสู่กระเพาะอาหารโดยอาจจะจับกับโปรตีนที่ลำเลียงไฮโดรเจนไอออน ทำให้ไม่สามารถลำเลียงได้ตามปกติ ปริมาณกรดที่หลั่งสู่ช่องในกระเพาะอาหารจึงลดลง ทำให้ช่วยลดการทำลายเยื่อบุภายในของกระเพาะอาหาร

ครูอาจให้นักเรียนร่วมกันสรุปโดยเปรียบเทียบแอกทีฟทรานสปอร์ตกับการแพร่แบบฟาซิลิเทตและการแพร่แบบธรรมดา ในประเด็นต่อไปนี้

ประเด็น	การแพร่แบบ ธรรมดา	การแพร่แบบ ฟาซิลิเทต	แอกทีฟ ทรานสปอร์ต
กลไกการลำเลียง	เคลื่อนผ่านระหว่าง โมเลกุลของลิพิดที่ เยื่อหุ้มเซลล์	ใช้โปรตีนลำเลียง	ใช้โปรตีนลำเลียง
ทิศทางการลำเลียง	จากบริเวณที่มีความ เข้มข้นของสารสูงไป ยังบริเวณที่มีความ เข้มข้นของสารต่ำ	จากบริเวณที่มีความเข้ม เข้มข้นของสารสูงไปยัง บริเวณที่มีความเข้มข้น ของสารต่ำ	จากบริเวณที่มีความ เข้มข้นของสารต่ำไป ยังบริเวณที่มีความ เข้มข้นของสารสูง
พลังงานจาก ATP	ไม่ใช่	ไม่ใช่	ใช่

การลำเลียงสารโดยการสร้างเวสิเคิล

ครูยกตัวอย่างกรณีที่เซลล์ลำเลียงสารขนาดใหญ่มากเข้าและออกจากเซลล์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าการลำเลียงสารนั้นนอกจากจะเกิดผ่านชั้นลิพิดหรือผ่านโปรตีนลำเลียงแล้ว เซลล์ยังมีกลไกการลำเลียงแบบอื่นอีก นั่นคือ การลำเลียงสารโดยการสร้างเวสิเคิล

ครูอธิบายเอกโซไซโทซิสโดยใช้ตัวอย่างการหลั่งเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยอาหารจากเซลล์บุผิวของกระเพาะอาหารเข้าสู่ช่องในกระเพาะอาหาร (รูป 1.10 ในหนังสือเรียน) จากนั้นอธิบายเอนโดไซโทซิสโดยใช้ตัวอย่างการนำแบคทีเรียเข้าสู่เซลล์เม็ดเลือดขาวกลุ่มฟาโกไซต์ (รูป 1.11 ในหนังสือเรียน)

ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปถึงการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ด้วยวิธีต่าง ๆ รวมถึงสมบัติของสารและสมบัติของโครงสร้างต่าง ๆ ของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับวิธีการลำเลียงสารต่างชนิด

แนวการวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

- โครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสาร จากการตอบคำถาม การอภิปราย และการทำกิจกรรม
- การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์โดยการแพร่แบบธรรมดา ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต แอทีฟทรานสปอร์ต เอนโดไซโทซิส และเอกโซไซโทซิส จากการตอบคำถาม และการอภิปราย

ด้านทักษะ

- การสังเกต การจำแนกประเภท และการลงความเห็นจากข้อมูล จากการตอบคำถาม การอภิปราย และการทำกิจกรรม
- การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ จากการนำเสนอ
- การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา จากการอภิปราย และการทำกิจกรรม

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

- ความอยากรู้อยากเห็น และความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์ จากการตอบคำถาม การอภิปราย และการทำกิจกรรม
- ความรอบคอบ วัตถุวิสัย ความซื่อสัตย์ และความใจกว้าง จากการทำกิจกรรม



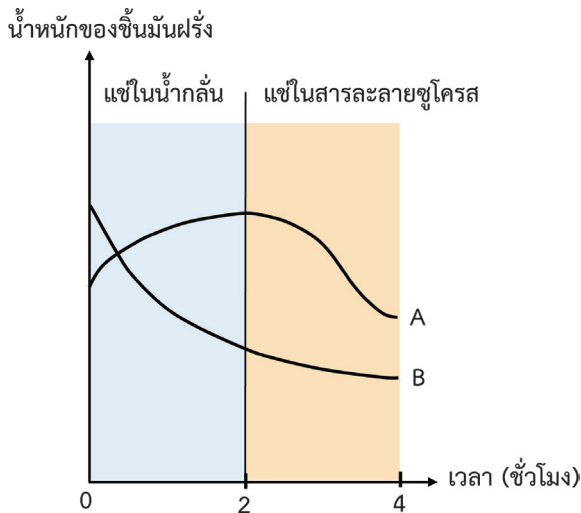
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 1

1. การแพร่แบบธรรมดา การแพร่แบบฟาซิลิเทต และ แอกทีฟทรานสปอร์ตที่เกิดขึ้นในเซลล์เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร



ประเด็น	การแพร่แบบธรรมดา	การแพร่แบบฟาซิลิเทต	แอกทีฟทรานสปอร์ต
กลไกการลำเลียง	เคลื่อนผ่านระหว่างโมเลกุลของลิพิดที่เยื่อหุ้มเซลล์	ใช้โปรตีนลำเลียง	ใช้โปรตีนลำเลียง
ทิศทางการลำเลียง	จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารสูงไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำ	จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารสูงไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำ	จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารสูง
พลังงานจาก ATP	ไม่ใช้		ใช้
ตัวอย่าง	การแลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถุงลมปอดและเนื้อเยื่อทั่วร่างกาย	การลำเลียงกลูโคสเข้าสู่เซลล์เม็ดเลือดแดง และเซลล์กล้ามเนื้อ	การหลั่งไฮโดรเจน-ไอออนจากเซลล์บุผิวของกระเพาะอาหารเข้าสู่กระเพาะอาหาร sodium-potassium pump ที่เยื่อหุ้มเซลล์

2. จากการทดลองแช่ชิ้นมันฝรั่งขนาดเท่ากันในน้ำกลั่นเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปแช่ในสารละลายซูโครสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยชั่งน้ำหนักของชิ้นมันฝรั่งทุก ๆ 5 นาที ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลอง เส้นกราฟ A หรือ B มีโอกาสที่จะเกิดขึ้นได้ เพราะเหตุใด



กราฟ A มีโอกาสที่จะเกิดขึ้นได้ เนื่องจากน้ำกลั่นมีความเข้มข้นต่ำกว่าสารละลายภายในเซลล์ น้ำจึงออสโมซิสเข้าสู่เซลล์ทำให้ชิ้นมันฝรั่งมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น เมื่อย้ายชิ้นมันฝรั่งไปแช่ในสารละลายซูโครส ชิ้นมันฝรั่งมีน้ำหนักลดลง แสดงว่าเซลล์สูญเสียน้ำซึ่งจะเป็นไปได้ในกรณีที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายภายนอกเซลล์มีค่าสูงกว่าภายในเซลล์

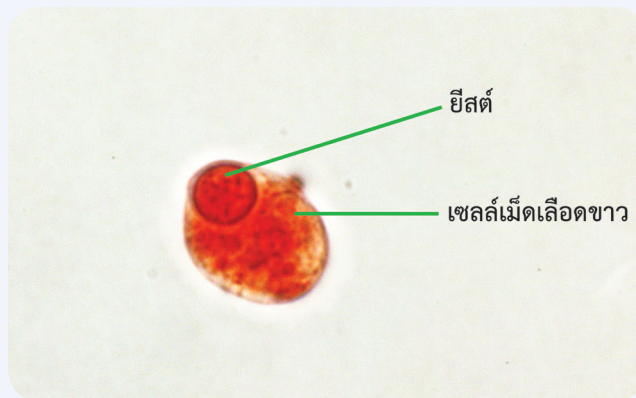
กราฟ B เป็นไปไม่ได้ เนื่องจากกราฟแสดงน้ำหนักของชิ้นมันฝรั่งลดลงตลอดเมื่อแช่ในน้ำกลั่น แต่ความเข้มข้นของสารละลายในเซลล์มันฝรั่งสูงกว่าน้ำกลั่น เมื่อแช่ในน้ำกลั่นน้ำจึงควรออสโมซิสเข้าสู่เซลล์และน้ำหนักของชิ้นมันฝรั่งควรเพิ่มขึ้น

3. การที่โปรตีนลำเลียงในเยื่อหุ้มเซลล์มีความจำเพาะกับชนิดของสารที่ลำเลียงมีประโยชน์ต่อเซลล์อย่างไร



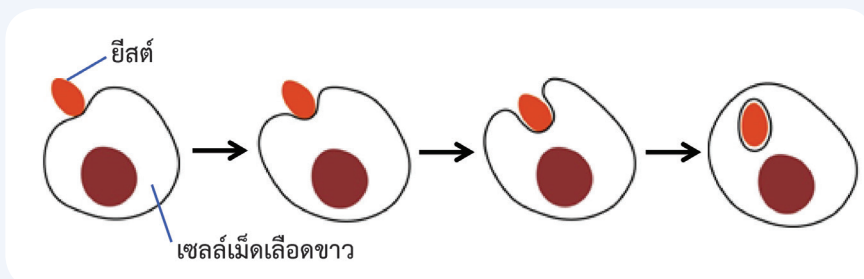
การที่โปรตีนลำเลียงในเยื่อหุ้มเซลล์มีความจำเพาะกับชนิดของสารทำให้เซลล์สามารถควบคุมชนิดและปริมาณสารที่ผ่านเข้าออกได้อย่างเป็นระบบ เซลล์จึงรักษาความเข้มข้นของสารแต่ละชนิดได้ตามความเหมาะสม

4. จากภาพถ่ายเซลล์เม็ดเลือดขาวของหนูซึ่งถ่ายหลังจากหยดยีสต์ที่ย้อมด้วยสีนิวทรัลเรดลงไป นักเรียนคิดว่าเซลล์เม็ดเลือดขาวนำยีสต์เข้าสู่เซลล์ด้วยวิธีใด ให้เหตุผลพร้อมทั้งวาดภาพแสดงกลไกการลำเลียงที่เกิดขึ้น



เซลล์เม็ดเลือดขาวนำยีสต์เข้าสู่เซลล์โดยเอนโดไซโทซิส เพราะยีสต์มีขนาดใหญ่ ซึ่งมีกลไกการลำเลียงดังภาพ

ภาพแสดงกลไกการลำเลียงยีสต์เข้าสู่เซลล์เม็ดเลือดขาว



บทที่



ipst.me/7687

2

| การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์



ตัวชี้วัด

1. อธิบายการควบคุมดุลยภาพของน้ำและสารในเลือดโดยการทำงานของไต
2. อธิบายการควบคุมดุลยภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด
3. อธิบายการควบคุมดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายโดยระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และกล้ามเนื้อโครงร่าง
4. อธิบายและเขียนแผนผังเกี่ยวกับการตอบสนองของร่างกายแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะต่อสิ่งแปลกปลอมของร่างกาย
5. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างโรคหรืออาการที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน
6. อธิบายภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อ HIV

การวิเคราะห์ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด 1. อธิบายการควบคุมดุลยภาพของน้ำและสารในเลือดโดยการทำงานของไต จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. ระบุโครงสร้างและอธิบายการทำงานของไตมนุษย์ 2. อธิบายกลไกการรักษาดุลยภาพของน้ำและสารในร่างกายโดยการทำงานของไต		
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. การสังเกต 2. การลงความเห็นจากข้อมูล	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	จิตวิทยาาสตร์ 1. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์ 2. ความรอบคอบ
ตัวชี้วัด 2. อธิบายการควบคุมดุลยภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. อธิบายกลไกการรักษาดุลยภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด 2. สืบค้นข้อมูล อธิบายสาเหตุและแนวทางป้องกันหรือรักษาโรคไตและโรคที่เกี่ยวข้องกับทางเดินปัสสาวะ		
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. การสังเกต 2. การลงความเห็นจากข้อมูล	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	จิตวิทยาาสตร์ 1. การใช้วิจารณญาณ 2. ความรอบคอบ

ตัวชี้วัด

3. อธิบายการควบคุมดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายโดยระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และกล้ามเนื้อโครงร่าง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายกลไกการรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายโดยการทำงานของหลอดเลือดฝอย ต่อมเหงื่อ เส้นขนที่ผิวหนัง และกล้ามเนื้อโครงร่าง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. การสังเกต 2. การลงความเห็นจากข้อมูล	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	จิตวิทยาศาสตร์ 1. การใช้วิจารณญาณ 2. ความรอบคอบ 3. ความใจกว้าง
--	--	--

ตัวชี้วัด 4. อธิบายและเขียนแผนผังเกี่ยวกับการตอบสนองของร่างกายแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะต่อสิ่งแปลกปลอมของร่างกาย จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. อธิบายบทบาทของอวัยวะหรือเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ป้องกันและทำลายเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอม 2. สืบค้นข้อมูล อธิบายและเขียนแผนผังเกี่ยวกับกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ		
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. การสังเกต 2. การจำแนกประเภท 3. การลงความเห็นจากข้อมูล 4. การสร้างแบบจำลอง	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	จิตวิทยาศาสตร์ 1. การใช้วิจารณญาณ 2. ความรอบคอบ

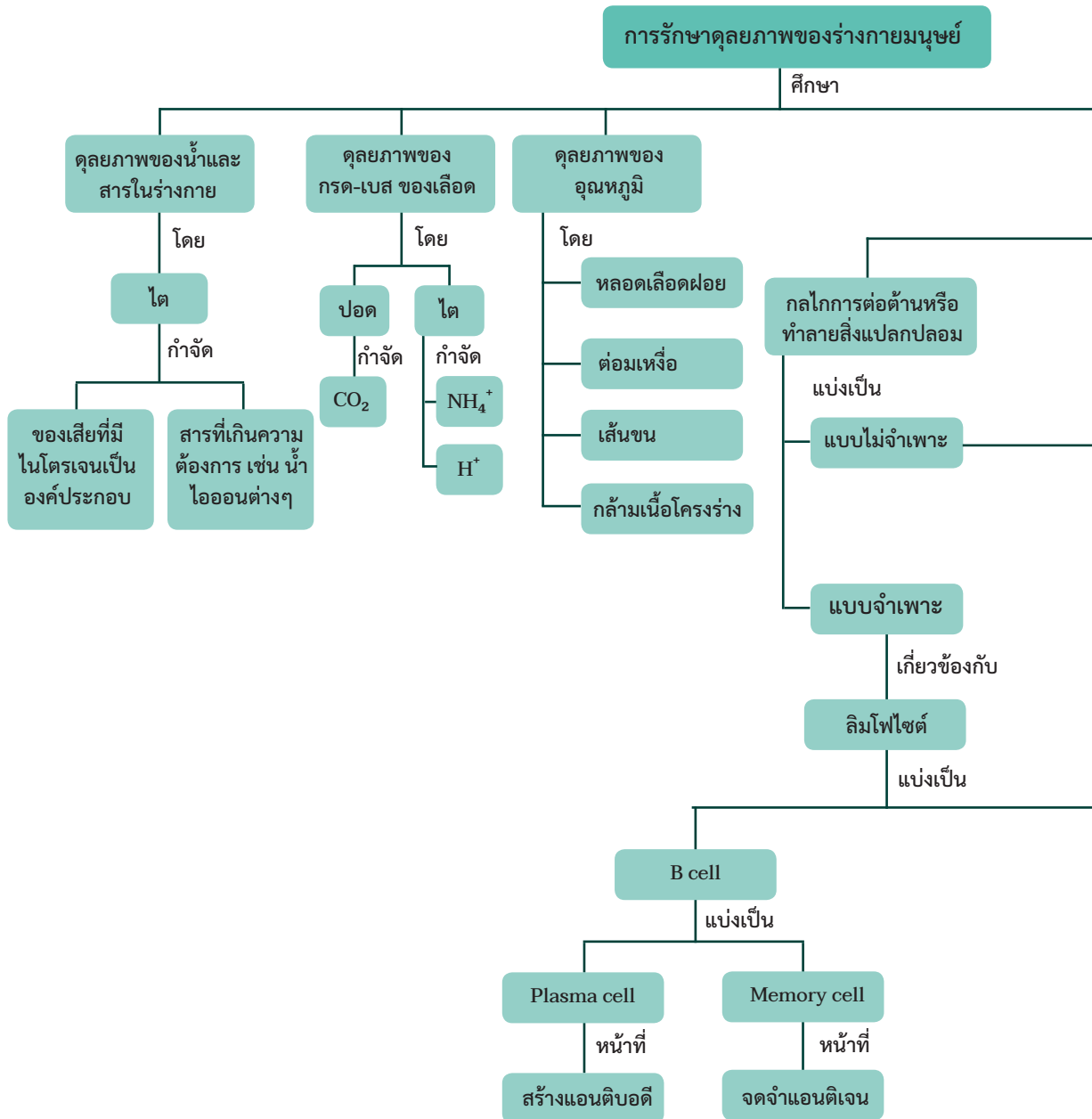
ตัวชี้วัด

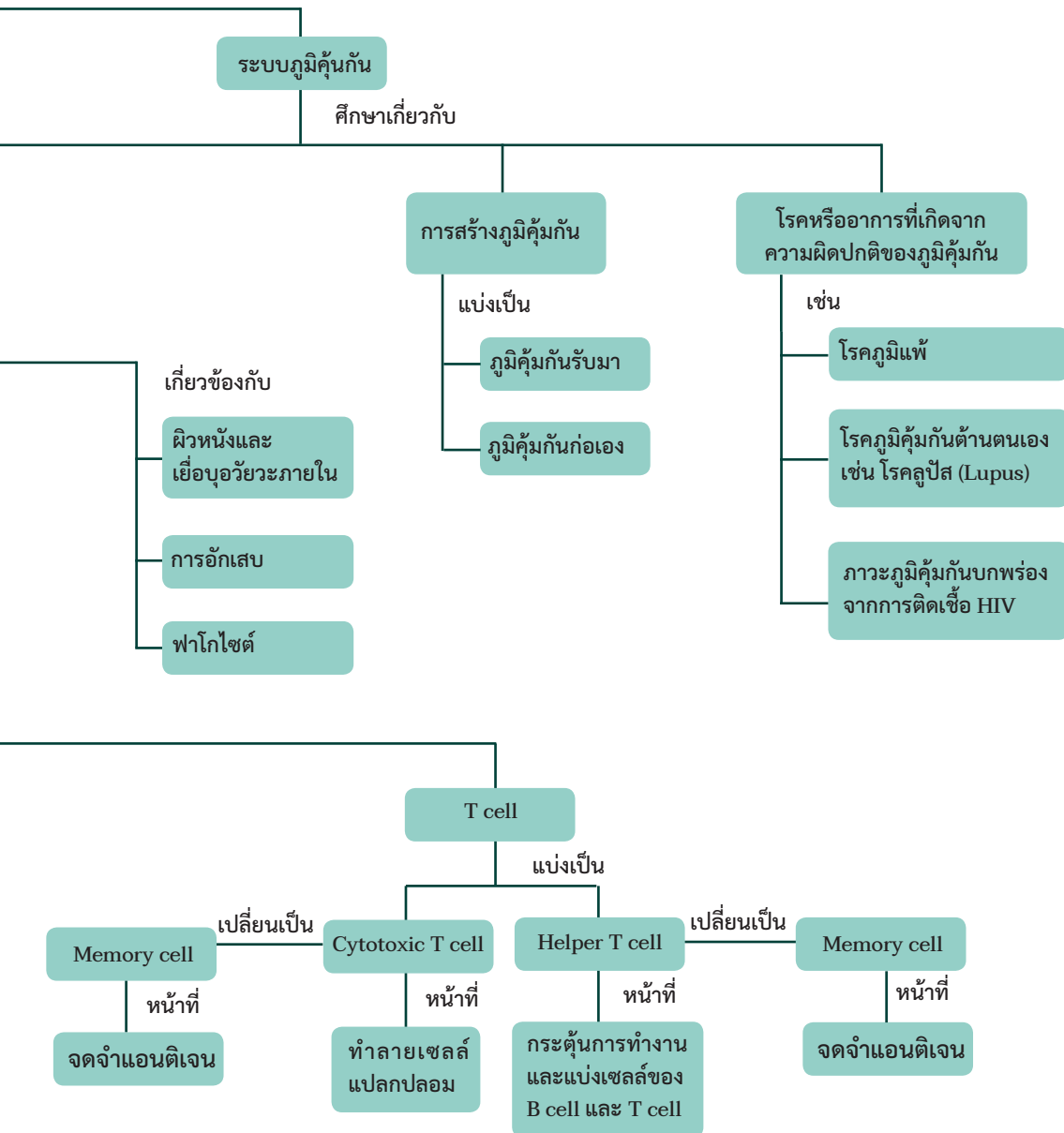
5. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างโรคหรืออาการที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน
6. อธิบายภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อ HIV

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล อธิบายสาเหตุ อาการ แนวทางป้องกัน และการรักษาโรคที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน
2. สืบค้นข้อมูล อธิบายกลไกของภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อ HIV
3. ระบุสาเหตุ และวิธีการป้องกันการติดเชื้อ HIV

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. การสังเกต 2. การลงความเห็นจากข้อมูล	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 3. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ	จิตวิทยาศาสตร์ 1. การใช้วิจารณญาณ 2. ความรอบคอบ 3. ความใจกว้าง 4. การยอมรับความเห็นต่าง
--	--	--





สาระสำคัญ

มนุษย์จะดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติจะต้องรักษาดุลยภาพในร่างกาย การรักษาดุลยภาพของร่างกาย ได้แก่ การรักษาดุลยภาพของน้ำและสารในเลือดโดยการทำงานของไต การรักษาดุลยภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด การรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิในร่างกายโดยการทำงานร่วมกันของระบบหมุนเวียนเลือด ต่อมเหงื่อ เส้นขนที่ผิวหนัง กล้ามเนื้อโครงร่าง และระบบประสาท

เมื่อร่างกายได้รับเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมทำให้ไม่สามารถรักษาดุลยภาพได้ ร่างกายจะมีกลไกการต่อต้านหรือทำลายโดยการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ กลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ โดยเป็นการป้องกันไม่ให้เชื้อโรคเข้าสู่เนื้อเยื่อในร่างกายหรือกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกายโดยกระบวนการต่าง ๆ สำหรับกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะเป็นการทำงานโดยเซลล์เม็ดเลือดขาวลิมโฟไซต์ คือ เซลล์บี และเซลล์ที ขณะเดียวกันมนุษย์ยังสามารถเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกายได้ สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ ภูมิคุ้มกันรับมาและภูมิคุ้มกันก่อเอง

บางครั้งอาจเกิดความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน เช่น โรคภูมิแพ้ ที่เกิดจากภูมิคุ้มกันตอบสนองต่อแอนติเจนบางชนิดรุนแรงเกินไป โรค lupus หรือโรคเอสแอลอีที่เกิดจากภูมิคุ้มกันของร่างกายมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อเนื้อเยื่อหรือเซลล์ของตนเอง และโรคเอดส์ที่เกิดจากภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อ HIV

เวลาที่ใช้

บทนี้ควรใช้เวลาสอนประมาณ 14 ชั่วโมง

2.1 การรักษาดุลยภาพของน้ำและสารในร่างกาย	4.0 ชั่วโมง
2.2 การรักษาดุลยภาพของกรด-เบสของเลือด	2.0 ชั่วโมง
2.3 การรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย	2.0 ชั่วโมง
2.4 ระบบภูมิคุ้มกัน	6.0 ชั่วโมง

ความรู้ก่อนเรียน

ระบบขับถ่าย การลำเลียงสารในร่างกาย



เฉลยตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

ให้นักเรียนใส่เครื่องหมายถูก (✓) หรือ ผิด (✗) หน้าข้อความตามความเข้าใจของนักเรียน



1. อวัยวะที่ทำหน้าที่กำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมในร่างกาย คือ ไต



2. สารที่กรองผ่านโกลเมอรูลัสได้ คือ เซลล์เม็ดเลือดแดง น้ำ กลูโคส และไอออนต่าง ๆ



3. เหงื่อช่วยระบายความร้อนและขับโซเดียมออกจากร่างกาย



4. เซลล์เม็ดเลือดขาวและเกล็ดเลือดทำหน้าที่กำจัดเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย



5. ร่างกายกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมโดยการหายใจออก



6. การผลิตวัคซีนทำได้โดยใช้เชื้อโรคที่อ่อนกำลังลงหรือตายแล้วมาฉีดกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกัน



7. สาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้ผู้ป่วยที่ติดเชื้อ HIV เสียชีวิตคือการเกิดโรคแทรกซ้อนต่าง ๆ เช่น โรคปอดบวม วัณโรค เป็นต้น

2.1 การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกาย

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุโครงสร้างและอธิบายการทำงานของไตมนุษย์
2. อธิบายกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายโดยการทำงานของไต

ความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้น

ความเข้าใจคลาดเคลื่อน	ความเข้าใจที่ถูกต้อง
ของเสียที่เกิดจากการทำงานของระบบขับถ่าย (excretory system) ของร่างกายมนุษย์จะถูกกำจัดออกไปอยู่ในรูปของปัสสาวะและอุจจาระ	ระบบขับถ่ายของร่างกายมนุษย์เป็นการกำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ และจะถูกขับถ่ายออกในรูปของปัสสาวะ ส่วนอุจจาระเป็นกากอาหารที่ร่างกายย่อยไม่ได้ในระบบย่อยอาหาร (digestive system) สำหรับของเสียอื่น ๆ เช่น เหงื่อถูกกำจัดออกทางผิวหนัง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ถูกกำจัดออกโดยระบบหายใจ

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยอาจใช้ภาพเปิดบทในหนังสือเรียน และใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของร่างกายในขณะออกกำลังกายและไม่ได้ออกกำลังกาย เช่น **ขณะที่นักเรียนกำลังออกกำลังกายร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้นบ้าง** ซึ่งนักเรียนจะได้สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับร่างกายของตนเองและได้ข้อสรุปว่าขณะออกกำลังกายจะรู้สึกเหนื่อย หายใจเร็วและถี่ขึ้น เหงื่อออกเป็นจำนวนมาก รู้สึกร้อน และมีอาการกระหายน้ำ แต่หากหยุดออกกำลังกายและได้ดื่มน้ำเข้าไป ร่างกายจะกลับมาสู่ภาวะปกติได้ ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจว่าร่างกายมีการรักษาคุณภาพให้เข้าสู่ภาวะปกติได้อย่างไร

ครูทบทวนความรู้เรื่องการกำจัดของเสียในร่างกายจากที่นักเรียนได้ศึกษามาตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ครูอาจตั้งคำถามเพิ่มเติมเกี่ยวกับของเสียที่เกิดขึ้นในร่างกายมนุษย์ ดังนี้

- ของเสียที่เกิดขึ้นในร่างกายที่ต้องถูกกำจัดออกจากร่างกายได้แก่อะไรบ้าง



นักเรียนอาจตอบถูกหรือผิดก็ได้ ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียน เช่น ปัสสาวะ เหงื่อ อุจจาระ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ยูเรีย เป็นต้น

จากนั้นครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับกระบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกาย และกระบวนการสลายสารอาหารว่าจะได้ผลิตภัณฑ์หรือสารใดบ้าง โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย และวิเคราะห์ว่าสารต่างๆ ที่ได้จากกระบวนการเหล่านั้นมีประโยชน์และโทษต่อร่างกายอย่างไร ถ้าหากร่างกายมีการสะสมสารที่เป็นโทษไว้มากจะเกิดอะไรขึ้น และร่างกายจะมีวิธีกำจัดอย่างไร จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปว่าสารที่เป็นโทษต่อร่างกายที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมในร่างกายจะต้องกำจัดออกเรียกว่า “ของเสีย” ซึ่งจะต้องถูกขับออกโดยระบบขับถ่าย แล้วใช้คำถามเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนแยกความแตกต่างระหว่างการขับถ่ายของเสียกับการถ่ายอุจจาระดังนี้

- การถ่ายอุจจาระ (defecation) จัดเป็นการขับถ่าย (excretion) หรือไม่ เพราะเหตุใด



การถ่ายอุจจาระไม่เป็นการขับถ่าย เพราะการขับถ่าย หมายถึง การกำจัดของเสียซึ่งเกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมในเซลล์ซึ่งมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ แต่การถ่ายอุจจาระเป็นการกำจัดกากอาหารที่ร่างกายย่อยไม่ได้ออกจากร่างกาย

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและศึกษารูป 2.1 ปริมาณน้ำโดยเฉลี่ยที่ได้รับและสูญเสียออกจากร่างกายผู้ใหญ่ใน 1 วัน และใช้คำถามชวนคิดให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายดังนี้



เฉลยชวนคิด

ถ้าปริมาณน้ำที่ร่างกายได้รับและปริมาณน้ำที่สูญเสียออกจากร่างกายไม่สมดุลกัน จะมีผลอย่างไร



จากการอภิปรายนักเรียนควรได้ข้อสรุปว่า ร่างกายมนุษย์มีน้ำประมาณร้อยละ 65-70 ของน้ำหนักตัว โดยมีหน้าที่เป็นตัวกลางในการเกิดปฏิกิริยาเคมี ลำเลียงสารอาหาร และแก๊สต่าง ๆ ไปยังเซลล์ทั่วร่างกาย ดังนั้นหากร่างกายได้รับน้ำมากหรือน้อยเกินไป จะทำให้ความเข้มข้นของเลือดเปลี่ยนแปลง การลำเลียงสารต่างๆ หรือการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะไม่เกิดขึ้นทำให้เป็นอันตรายต่อเซลล์และระบบต่างๆ ของร่างกายจนอาจเสียชีวิตได้

จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียน ดังนี้



ร่างกายได้รับน้ำปริมาณมากที่สุดโดยวิธีใดและสูญเสียน้ำออกไปมากที่สุดโดยวิธีใด



ร่างกายได้รับน้ำปริมาณมากที่สุดจากเครื่องดื่ม 1,600 มิลลิลิตรและสูญเสียน้ำปริมาณมากที่สุดออกไปกับปัสสาวะ 1,500 มิลลิลิตร



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

น้ำในร่างกายแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ น้ำภายในเซลล์ (intracellular fluid ; ICF) มีอยู่ประมาณร้อยละ 65 และ น้ำภายนอกเซลล์ (extracellular fluid ; ECF) ประมาณร้อยละ 35 น้ำภายนอกเซลล์สามารถแบ่งย่อยออกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1. น้ำภายในหลอดเลือดและน้ำเหลือง (intravascular fluid) 2. น้ำในเนื้อเยื่อระหว่างเซลล์ (interstitial fluid) เป็นน้ำที่อยู่นอกหลอดเลือด และอยู่ตามช่องว่างระหว่างเซลล์ 3. น้ำที่อยู่ในช่องว่างต่างๆ (transcellular fluid) เช่น น้ำในลูกตา น้ำในเยื่อช่องท้อง น้ำในเยื่อหุ้มปอด น้ำไขข้อ น้ำในสมองและไขสันหลัง (cerebrospinal fluid : CSF)

ครูเชื่อมโยงเรื่องการรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุ การกำจัดของเสียในเลือดโดยการทำงานของไต โดยให้นักเรียนสืบค้นเกี่ยวกับอวัยวะในระบบขับถ่าย โครงสร้างของไต หน่วยไต และการทำงานของหน่วยไต แล้วร่วมกันสรุปถึงหน้าที่ของอวัยวะในระบบขับถ่าย โดยใช้รูปในหนังสือเรียน รูป 2.2 ไตและอวัยวะในระบบขับถ่าย รูป 2.3 ไตของมนุษย์ และรูป 2.4 การทำงานของหน่วยไต แล้วให้นักเรียนร่วมกันสรุปหน้าที่การทำงานของหน่วยไตและให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้

- ระบบใดในร่างกายที่ทำหน้าที่รักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุหรือสารอื่นๆ ในร่างกาย
- อวัยวะในระบบขับถ่ายมีอะไรบ้าง และทำหน้าที่อย่างไร

จากการอภิปรายนักเรียนควรสรุปได้ว่า ระบบที่ทำหน้าที่ในการกำจัดของเสียที่มีในโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น ยูเรีย แอมโมเนียมไอออน และรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุหรือสารอื่นๆ ในร่างกายคือ ระบบขับถ่าย อวัยวะในระบบขับถ่ายได้แก่ ไต ท่อไต กระเพาะปัสสาวะและท่อปัสสาวะ โดยภายในไตแต่ละข้างมีหน่วยไตประมาณ 1 ล้านหน่วย ทำหน้าที่ในการกรอง การดูดกลับ และการหลั่งสารจากระบบหมุนเวียนเลือด ท่อไตทำหน้าที่ลำเลียงปัสสาวะไปที่กระเพาะปัสสาวะ กระเพาะปัสสาวะทำหน้าที่สะสมปัสสาวะก่อนขับออกนอกร่างกายผ่านทางท่อปัสสาวะ

จากนั้นให้ตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจในหนังสือเรียน



เฉลยตรวจสอบความเข้าใจ



หน่วยไตทำหน้าที่กรอง ดูดกลับ และหลั่งสารใดบ้าง



หน่วยไตทำหน้าที่ 3 ประการ คือ

1. การกรอง - สารที่เกิดจากการกรองผ่านโกลเมอรูลัสและโบว์แมนส์แคปซูล ได้แก่ สารที่มีขนาดเล็ก เช่น กลูโคส น้ำ ยูเรีย กรดแอมิโนและแร่ธาตุบางชนิด ส่วนเซลล์เม็ดเลือด เกล็ดเลือด โปรตีนขนาดใหญ่ไม่สามารถกรองผ่านได้ ยังคงอยู่ในเลือด
2. การดูดกลับ - สารที่เกิดการดูดกลับที่ท่อหน่วยไต เช่น กรดแอมิโน กลูโคส น้ำ และไอออนต่าง ๆ เช่น โซเดียมไอออน โพแทสเซียมไอออน ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน
3. การหลั่ง - สารที่มีการหลั่งที่ท่อหน่วยไต เช่น ไฮโดรเจนไอออน แอมโมเนียมไอออน รวมทั้งสารพิษอื่น ๆ หรือยาบางชนิด

ครูอาจเชื่อมโยงความรู้เรื่องการดูดกลืนและการหลั่งกับการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ที่นักเรียนได้ศึกษามาจากบทที่ 1 เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ เช่น การดูดกลืนน้ำเป็นการลำเลียงแบบออสโมซิส การดูดกลืนกรดแอมิโน กลูโคส โซเดียมไอออน ไฮโดรเจนไอออน เป็นการลำเลียงแบบแอกทีฟทรานสปอร์ต เป็นต้น

การรักษาคุณภาพของน้ำในร่างกาย

ครูใช้คำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงไปถึงการรักษาคุณภาพของน้ำในร่างกายดังนี้

- ร่างกายรู้ได้อย่างไรว่าปริมาณน้ำที่รับเข้าและขับออกมีเท่าใดจึงจะรักษาคุณภาพของน้ำในร่างกายได้

นักเรียนอาจตอบว่าเมื่อปริมาณน้ำในร่างกายลดลงจะเกิดการกระหายน้ำ และเมื่อปริมาณน้ำในร่างกายมากกว่าปกติจะปัสสาวะออกไป ซึ่งครูจะยังไม่สรุปการอภิปราย จากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของน้ำในร่างกาย และทำกิจกรรม 2.1 เรื่อง การรักษาคุณภาพของของเหลวในร่างกายในหนังสือเรียน



กิจกรรม 2.1 การรักษาคุณภาพของของเหลวในร่างกาย

จุดประสงค์

อธิบายกลไกการรักษาคุณภาพของของเหลวในร่างกายและแปลผลการทดลองได้อย่างมีเหตุผล

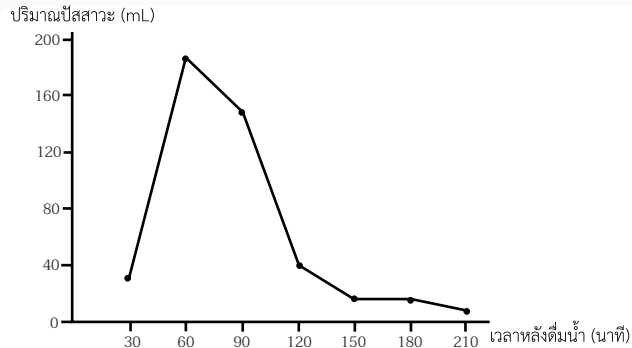
เวลาที่ใช้ (โดยประมาณ) 30 นาที



เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปัสสาวะกับเวลาหลังจากดื่มน้ำ



สำหรับกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปัสสาวะกับเวลา เขียนได้ดังนี้



จากกราฟที่ได้นักเรียนจะอธิบายเชื่อมโยงเกี่ยวกับการรักษาดุลยภาพของของเหลวในร่างกายอย่างไร โดยกล่าวถึงบทบาทของไฮโปทาลามัส ADH ไต และหน่วยไต



เมื่อร่างกายมีปริมาณน้ำมากหรือปริมาณน้ำในเลือดเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของเลือดจะลดลง ทำให้ลดการกระตุ้นของสมองส่วนไฮโปทาลามัสซึ่งควบคุมสมดุลของของเหลวในร่างกายส่งผลให้ต่อมใต้สมองส่วนหลังหลั่ง ADH น้อยลง เซลล์ที่ท่อหน่วยไตและท่อรวมจึงลดการดูดกลับน้ำเข้าสู่หลอดเลือด ร่างกายจึงขับของเหลวออกมาในรูปของปัสสาวะปริมาณมากและเจือจางในนาทีที่ 60 และ 90 และเมื่อเวลาผ่านไปปริมาณปัสสาวะจะลดลงจนปกติ เนื่องจากร่างกายรักษาดุลยภาพของเหลวในร่างกายได้เป็นปกติแล้ว

หลังจากนักเรียนทำกิจกรรม 2.1 แล้ว ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย และสรุปเกี่ยวกับกลไกการรักษาดุลยภาพของน้ำในร่างกาย โดยใช้รูป 2.6 กลไกการรักษาดุลยภาพของน้ำในร่างกาย ในหนังสือเรียนประกอบการอภิปราย โดยเน้นให้เห็นถึงความสัมพันธ์การทำงานของสมองส่วนไฮโปทาลามัส และ ADH เซลล์ที่ท่อหน่วยไตและท่อรวม แล้วให้นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจในหนังสือเรียน



เฉลยตรวจสอบความเข้าใจ



ระบบใดบ้างของร่างกายที่ทำหน้าที่ประสานกันเพื่อรักษาปริมาณน้ำในร่างกายให้สมดุล



ระบบขับถ่าย ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบประสาท และระบบต่อมไร้ท่อ (ฮอร์โมน)

ครูเชื่อมโยงกับประสบการณ์ของนักเรียน เช่น การออกกำลังกายอย่างหนักทำให้มีเหงื่อออกจำนวนมาก หรือการอยู่ในห้องปรับอากาศแล้วปัสสาวะบ่อยกว่าปกติ เพื่อให้นักเรียนอธิบายกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำเมื่ออยู่ในเหตุการณ์ดังกล่าว

ครูอาจเสริมความรู้เรื่อง โรคเบาจืด เพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงความสำคัญของ ADH ต่อการรักษาคุณภาพของน้ำในร่างกายยิ่งขึ้น



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

โรคเบาจืด (Diabetes insipidus) เป็นภาวะที่มีการถ่ายปัสสาวะบ่อยและปริมาณมากในแต่ละครั้ง ผู้ที่มีอาการของโรคนี้จะเสียน้ำมากและกระหายน้ำตลอดเวลา ถ้าดื่มน้ำทดแทนไม่ทันจะเกิดภาวะขาดน้ำ (dehydration) ทำให้มีอาการอ่อนเพลีย ความดันเลือดลดลง อาจถึงขั้นหมดสติช็อคและอาจเสียชีวิตได้

สาเหตุของโรคนี้เนื่องจากร่างกายขาด ADH ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่สร้างจากเซลล์ในสมองส่วนไฮโปทาลามัส และหลั่งโดยต่อมใต้สมองส่วนหลัง ฮอร์โมนนี้มีหน้าที่กระตุ้นให้ท่อขดส่วนท้าย (distal convoluted tubule) ของหน่วยไตและท่อรวม (collecting duct) ดูดกลับน้ำเข้าหลอดเลือด ดังนั้นเมื่อขาดฮอร์โมนนี้จึงทำให้น้ำไม่ถูกดูดกลับเข้าหลอดเลือด จึงขับถ่ายปัสสาวะมากและเจือจาง

สำหรับสาเหตุของการขาด ADH หรือ ADH หลั่งออกมาน้อย อาจเกิดจากความผิดปกติของต่อมใต้สมองส่วนหลัง เช่น เนื้องอกในสมองบางชนิดไปกดบริเวณต่อมใต้สมอง ทำให้ไม่สามารถหลั่งฮอร์โมนนี้ได้ อีกสาเหตุหนึ่งคือ ต่อมผิดปกติไม่สามารถตอบสนองต่อฮอร์โมนนี้ได้ ซึ่งอาจเป็นตั้งแต่แรกเกิด หรือเกิดจากยาหรือสารบางชนิดไปรบกวนการทำงานของไต ทำให้ไม่สามารถตอบสนองต่อฮอร์โมนได้

การรักษาดุลยภาพของแร่ธาตุในร่างกาย

ครูให้นักเรียนศึกษารูป 2.7 กลไกการรักษาดุลยภาพของโซเดียมในร่างกาย ในหนังสือเรียน เนื่องจากแร่ธาตุนี้เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ โดยมีแอลโดสเตอโรน (aldosterone) ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณโซเดียมให้อยู่ในภาวะสมดุลเสมอ หลังจากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการรักษาดุลยภาพของแร่ธาตุอื่นโดยการทำงานของไต เช่น โพแทสเซียม



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

แอลโดสเตอโรน เป็นฮอร์โมนอยู่ในกลุ่มมินิราโลคอร์ติคอยด์ (mineralocorticoids) ที่สร้างมาจากต่อมหมวกไตส่วนนอก (adrenal cortex) ทำหน้าที่กระตุ้นให้ไตดูดกลับโซเดียม และน้ำเข้าหลอดเลือด การขาดแอลโดสเตอโรนจะทำให้ร่างกายสูญเสียโซเดียมและน้ำไปกับปัสสาวะเป็นจำนวนมาก ส่งผลทำให้ปริมาตรเลือดในร่างกายลดลง จนอาจทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตได้เพราะความดันเลือดต่ำ นอกจากนี้แอลโดสเตอโรนยังหลั่งออกมาเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเป็นระยะเวลานาน ส่งผลให้ปริมาตรเลือดเพิ่มขึ้นและความดันเลือดสูงขึ้น

แนวการวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

- การรักษาดุลยภาพของน้ำและสารในร่างกาย จากการตอบคำถาม การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย การอธิบาย และการทำกิจกรรม

ด้านทักษะ

- สังเกตการลงความเห็นจากข้อมูล การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา จากการสืบค้นข้อมูล การตอบคำถาม และการนำเสนอข้อมูล

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

- ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์ ความรอบคอบ จากการสืบค้นข้อมูล การตอบคำถาม และการอธิบาย

2.2 การรักษาดุลยภาพของกรด-เบสของเลือด

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายกลไกการรักษาสมดุลของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด
2. สืบค้นข้อมูล อธิบายสาเหตุ และแนวทางป้องกันหรือรักษาโรคไตและโรคที่เกี่ยวข้องกับทางเดินปัสสาวะ

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยทบทวนกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในร่างกายของมนุษย์ เช่น การหายใจระดับเซลล์ การสลายสารอาหารต่าง ๆ เพื่อให้ได้พลังงานซึ่งล้วนเป็นกระบวนการเมแทบอลิซึมที่ต้องอาศัยเอนไซม์ในการเกิดปฏิกิริยาเคมี เอนไซม์เป็นโปรตีน โดยเอนไซม์แต่ละชนิดจะทำงานได้ดีขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ แล้วครูใช้คำถามว่า **ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์** จากนั้นให้นักเรียนศึกษารูป 2.8 กราฟแสดงอัตราการทำงานของเอนไซม์เพปซินและเอนไซม์อะไมเลสที่ค่า pH ต่าง ๆ แล้วตอบคำถามในหนังสือเรียน



เอนไซม์อะไมเลสสามารถทำงานได้ดีที่สุดที่ค่า pH ใด



pH 7



จงอธิบายอัตราการทำงานของเอนไซม์เพปซินและเอนไซม์อะไมเลส



เอนไซม์เพปซินเป็นเอนไซม์ที่ทำงานได้ดีที่สุดที่ค่า pH 2 หากค่า pH เพิ่มขึ้นการทำงานจะลดลงเรื่อยๆ จนไม่สามารถทำงานได้ ส่วนเอนไซม์อะไมเลสที่ได้จากน้ำลายจะทำงานได้ดีที่สุดที่ค่า pH 7 หากค่า pH เพิ่มขึ้นหรือลดลงการทำงานของเอนไซม์อะไมเลสจะค่อย ๆ ลดลง

ครูอธิบายเพิ่มเติมว่ากระบวนการเมแทบอลิซึมจะเกิดขึ้นได้เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับการทำงานของเอนไซม์ โดยอัตราการทำงานของเอนไซม์แต่ละชนิดยังขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของกรด-เบสที่เหมาะสมต่อการทำงาน จากนั้นครูให้นักเรียนศึกษาสมการการเกิดปฏิกิริยาของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำในเลือดที่ทำให้เกิดไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในหนังสือเรียน โดย H^+ ที่เกิดขึ้นนี้ทำให้ค่าความเป็นกรด-เบสในเลือดเปลี่ยนแปลงไป หลังจากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้

- ถ้าเลือดมีปริมาณ H^+ มากกว่าหรือน้อยกว่าปกติจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ pH อย่างไร
- ร่างกายมนุษย์มีแนวโน้มมีความเป็นกรดหรือเบสมากกว่ากัน เพราะเหตุใด

จากการอภิปรายนักเรียนควรได้ข้อสรุปว่าถ้าเลือดมีปริมาณ H^+ มากกว่าปกติจะทำให้ pH ของเลือดมีความเป็นกรด แต่ถ้าเลือดมีปริมาณ H^+ น้อยกว่าปกติจะทำให้ pH ของเลือดมีความเป็นเบส และร่างกายของมนุษย์มีแนวโน้มที่เลือดจะมีความเป็นกรดมากกว่าเป็นเบส เนื่องจากเซลล์ต่างๆ ต้องการพลังงานซึ่งได้มาจากกระบวนการหายใจระดับเซลล์ ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นจำนวนมาก ปริมาณ H^+ จึงเพิ่มขึ้นตลอดเวลา

ครูใช้คำถามเพิ่มเติมเพื่อนำเข้าสู่เรื่องการรักษาดุลยภาพความเป็นกรด-เบสในเลือด ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าร่างกายรักษาดุลยภาพของความเป็นกรด-เบสในเลือดได้อย่างไร

คำตอบนี้ขึ้นอยู่กับความรู้ของนักเรียนซึ่งส่วนใหญ่จะตอบการหายใจ (ออก) ดังนั้นครูต้องเพิ่มเติมความรู้ให้นักเรียน นั่นคือ นอกจากการหายใจแล้วยังมีการทำงานของไตและระบบบัฟเฟอร์ แต่ในระดับการศึกษานี้ นักเรียนจะศึกษาเฉพาะการหายใจและการทำงานของไต



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

การรักษาดุลยภาพความเป็นกรด-เบสของเลือดโดยระบบบัฟเฟอร์ (buffer's system) บัฟเฟอร์ คือ สารละลายที่ต้านทานการเปลี่ยนแปลง pH ให้เปลี่ยนไปน้อยที่สุด แม้จะมีการเติมกรดหรือเบสเข้าไปในสารละลายนั้น บัฟเฟอร์ประกอบด้วยกรดอ่อนและเกลือของกรดอ่อน หรือเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อน บัฟเฟอร์ในร่างกายที่สำคัญ เช่น ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน ฟอสเฟตไอออน โปรตีน ข้อดีของระบบบัฟเฟอร์ คือ ทำให้ pH ในเลือดค่อนข้างคงที่และเปลี่ยนแปลงช้าเมื่อมีกรดหรือเบสเพิ่มขึ้น

การควบคุมดุลยภาพของกรด - เบสของเลือดโดยการทำงานของปอด

ครูทบทวนความรู้เรื่องการหายใจของมนุษย์โดยอาจใช้วิดีโอเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนแก๊สที่ปอดแล้วใช้คำถาม ดังนี้

- การแลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับแก๊สออกซิเจนเกิดขึ้นที่อวัยวะใด และบริเวณใด



เกิดขึ้นที่ปอด บริเวณถุงลมปอด

ครูอาจให้นักเรียนทำการทดลองโดยการกลั้นหายใจให้นานที่สุด แล้วใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นดังนี้

- เหตุใดนักเรียนจึงกลั้นหายใจไม่ได้นาน



ขณะที่กลั้นหายใจปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในร่างกายจะสูงขึ้นจนถึงจุดหนึ่งที่ร่างกายทนไม่ได้ ทำให้ต้องหายใจออกเพื่อนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกายและหายใจเอาแก๊สออกซิเจนเข้าไป โดยการตอบสนองนี้เป็นกลไกที่อยู่นอกเหนืออำนาจจิตใจ จึงไม่สามารถกลั้นหายใจได้นาน

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกลไกการควบคุมดุลยภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของปอดจากหนังสือเรียนหรือแหล่งการเรียนรู้อื่น ๆ แล้วให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันโดยใช้คำถามดังนี้

- การหายใจช่วยในการรักษาดุลยภาพของกรด-เบสในเลือดได้อย่างไร

จากการอภิปรายนักเรียนควรได้ข้อสรุปว่าการหายใจช่วยรักษาดุลยภาพของกรด-เบสในเลือดได้ดังนี้

ถ้าปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์หรือไฮโดรเจนไอออนสะสมอยู่ในเลือดมากจะส่งผลให้เลือดมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงนี้จะส่งสัญญาณไปกระตุ้นศูนย์ควบคุมการหายใจที่สมอง ทำให้เพิ่มอัตราการหายใจเพื่อขับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากปอดเร็วขึ้น แต่ถ้าเลือดเป็นเบสอัตราการหายใจจะลดลงเพื่อเพิ่มปริมาณไฮโดรเจนไอออนให้สูงขึ้นโดยการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือด ทำให้ความเป็นกรด-เบสของเลือดเข้าสู่ภาวะสมดุล

การควบคุมคุณภาพของกรด – เบสของเลือดโดยการทำงานของไต

ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับการทำงานของหน่วยไต ในการกรอง การดูดกลับ และการหลั่ง โดยให้นักเรียนศึกษาจากรูป 2.4 การทำงานของหน่วยไต ในหนังสือเรียน แล้วใช้คำถามซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



นอกจากการกรองแล้ว ไอออนต่าง ๆ ที่เกินความต้องการของร่างกายมีการกำจัดออกโดยกระบวนการใดของหน่วยไต



กระบวนการหลั่ง

ครูให้นักเรียนสืบค้นกลไกการรักษาคุณภาพความเป็นกรด-เบสในเลือดโดยการทำงานของไตและศึกษารูป 2.9 การทำงานของท่อหน่วยไตเมื่อเลือดมีภาวะเป็นกรดในหนังสือเรียน แล้วตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจในหนังสือเรียน



เฉลยตรวจสอบความเข้าใจ



ถ้าเลือดมีภาวะเป็นเบส ท่อหน่วยไตจะมีการหลั่งและดูดกลับสารต่าง ๆ อย่างไร เพื่อรักษาคุณภาพของกรด-เบสของเลือด



เซลล์ที่ท่อหน่วยไตจะลดการหลั่งไฮโดรเจนไอออนเพื่อให้มีปริมาณไฮโดรเจนไอออนในเลือดเพิ่มขึ้น และหลั่งไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนเข้าสู่ของเหลวในท่อหน่วยไตเพื่อขับออกนอกร่างกายพร้อมกับปัสสาวะทำให้ความเป็นกรด-เบสของเลือดกลับเข้าสู่ภาวะสมดุล



ถ้าไตไม่สามารถทำงานได้จะมีผลอย่างไรต่อร่างกาย



ของเสียต่าง ๆ โดยเฉพาะสารที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ น้ำ และสารอื่น ๆ ที่มากเกินไปเกินความต้องการของร่างกาย รวมทั้งไอออนต่าง ๆ เช่น แอมโมเนียมไอออน ไฮโดรเจนไอออน จะสะสมอยู่ในเลือดจนเป็นอันตรายต่อเซลล์ทำให้สุขภาพร่างกายอ่อนแอและอาจทำให้เสียชีวิตได้

โรคไตและโรคที่เกี่ยวกับทางเดินปัสสาวะ

ครูอาจใช้สื่อวีดิทัศน์ กราฟแสดงสถิติของผู้ป่วยเป็นโรคไตของประเทศไทย หรือรูป 2.10 ลักษณะอาการของผู้ป่วยโรคไตในหนังสือเรียนหรือเชิญแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านโรคไต (nephrologist) หรือแพทย์ผู้เชี่ยวชาญโรคทางเดินปัสสาวะในท้องถิ่นมาบรรยายเกี่ยวกับโรคไตและโรคที่เกี่ยวกับทางเดินปัสสาวะ จากนั้นให้นักเรียนสรุปสาเหตุ อาการ วิธีการป้องกันโรคเหล่านั้น เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของไตที่มีบทบาทในการรักษาดุลยภาพของร่างกาย แล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียนหรือจัดป้ายประชาสัมพันธ์ความรู้ หรือให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันทำกิจกรรมเสนอแนะเรื่องโรคไตและโรคที่เกี่ยวกับทางเดินปัสสาวะ



กิจกรรมเสนอแนะ โรคไตและโรคที่เกี่ยวกับทางเดินปัสสาวะ

จุดประสงค์

1. สืบค้นข้อมูล สำนวน อธิบายสาเหตุ อาการ แนวทางการป้องกันหรือรักษาโรคที่เกี่ยวกับไตและโรคที่เกี่ยวกับทางเดินปัสสาวะ
2. นำความรู้ที่ศึกษามาปฏิบัติตนและแนะนำผู้อื่นในการหลีกเลี่ยงการเป็นโรคไตและโรคที่เกี่ยวกับทางเดินปัสสาวะ

เวลาที่ใช้ (โดยประมาณ) 60 นาที

แนวการจัดกิจกรรม

ครูอาจแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3-4 คน เพื่อให้สืบค้นหาข้อมูลโรคไตและโรคที่เกี่ยวกับทางเดินปัสสาวะมาล่วงหน้าจากโรงพยาบาล สถานีนอนามัยในท้องถิ่นหรือจากบุคคลที่เป็นโรคไตและผู้ที่ เป็นโรคที่เกี่ยวกับทางเดินปัสสาวะ รวมทั้งสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ และศึกษาถึงความก้าวหน้าของการรักษาโรคไตและการใช้ไตเทียม จากนั้นให้นักเรียนนำข้อมูลต่างๆ มาเสนอและอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อสรุปเป็นข้อมูลของท้องถิ่น เกี่ยวกับสถิติสาเหตุ ตลอดจนวิธีการรักษาโรคไตและโรคที่เกี่ยวกับทางเดินปัสสาวะของคนในท้องถิ่น และวิธีปฏิบัติเพื่อหลีกเลี่ยงการเป็นโรค และอาจนำเสนอในรูปแบบของป้ายนิเทศการ หรือแผ่นพับ



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

ตัวอย่างโรคที่เกี่ยวกับไตและโรคที่เกี่ยวกับทางเดินปัสสาวะ

ตัวอย่างโรคที่เกี่ยวกับไต

1. โรคไตวาย (renal failure)

โรคไตวายเป็นภาวะที่ไตสูญเสียหน้าที่การทำงาน เกิดการสะสมของเสียในร่างกาย โรคไตวายแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ โรคไตวายเฉียบพลัน (acute renal failure) และ โรคไตวายเรื้อรัง (chronic renal failure)

1.1 โรคไตวายเฉียบพลัน ไตจะสูญเสียการทำงานอย่างรวดเร็วภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมง หรือไม่กี่วัน มีสาเหตุมาจาก

1. ความดันเลือดต่ำ เช่น การได้รับอุบัติเหตุเสียเลือดมาก
2. การได้รับสารที่เป็นอันตรายต่อไต เช่น ยา หรือสารพิษต่างๆ
3. การอุดตันทางเดินปัสสาวะ เช่น ก้อนนิ่ว
4. ภาวะไตอักเสบ หรือจากโรค lupus

ผู้ป่วยโรคไตวายเฉียบพลันที่ได้รับการรักษาอย่างทันท่วงทีอาจจะสามารถฟื้นฟูไตให้กลับมาทำงานเป็นปกติได้

1.2 โรคไตวายเรื้อรัง เป็นการสูญเสียการทำงานของไตที่เป็นไปอย่างช้าๆ และไม่สามารถรักษาให้ไตกลับมาทำงานได้ตามปกติ การทำงานของไตจะค่อย ๆ ลดลงจนเกิดไตวายระยะสุดท้าย ต้องเข้ารับการฟอกไตหรือปลูกถ่ายไต อาการของโรคนี้จะแสดงก็ต่อเมื่อไตเหลือการทำงานร้อยละ 20-30 ผู้ที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยงต่อโรคนี้ คือ ผู้ป่วยโรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง บุคคลที่มีประวัติคนในครอบครัวป่วยเป็นโรคไตเรื้อรังมาก่อน หรืออาจเกิดจากโรคไตอื่นๆ เช่น กรวยไตอักเสบเรื้อรัง นิ่วในไต เป็นต้น

2. โรคนิ่วในไต (kidney stone)

นิ่วเกิดจากตะกอนของสารต่าง ๆ เช่น แคลเซียม ฟอสเฟต ในปัสสาวะตะกอนเหล่านี้ไม่ละลายน้ำและรวมตัวกันเป็นก้อนแข็งมีขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ ทำให้อุดตันที่บริเวณต่างๆ ของไต สาเหตุของการเกิดก้อนนิ่วมีหลายสาเหตุ เช่น ร่างกายกรองหรือกำจัดแร่ธาตุออกมามากเกินไป หรือเกิดจากการอักเสบติดเชื้อทำให้มีการจับกันของผลึกเป็นก้อนนิ่วได้เร็ว การรับประทานอาหารที่มีสารซึ่งเป็นส่วนประกอบของนิ่ว เช่น สารออกซาเลต ซึ่งพบมากใน ผักโขม หน่อไม้ ชะพลู ผักแพว การรักษาขึ้นอยู่กับขนาดของก้อนนิ่วว่าจะเลือกใช้วิธีใดจึงจะเหมาะสม เช่น การใช้ยาละลายก้อนนิ่ว การสลายก้อนนิ่วโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูง การผ่าตัด

ตัวอย่างโรคที่เกี่ยวกับทางเดินปัสสาวะ

1. โรคกระเพาะปัสสาวะอักเสบ (cystitis)

กระเพาะปัสสาวะอักเสบ เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ เช่น *Escherichia coli* (*E. coli*) โรคนี้พบมากในเพศหญิงเนื่องจากมีท่อปัสสาวะสั้นกว่าเพศชาย และมีรูเปิดใกล้กับทวารหนัก เชื้อโรคจึงเข้าสู่ท่อปัสสาวะและผ่านขึ้นไปที่กระเพาะปัสสาวะได้ หากไม่ได้รับการรักษาหรือปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลานานเชื้อโรคจะผ่านไปท่อไตทำให้ไตอักเสบ (nephritis) หรือ กรวยไตอักเสบ (pyelonephritis)

2. ท่อปัสสาวะอักเสบ (urethritis)

ท่อปัสสาวะอักเสบส่วนใหญ่เกิดจากการติดเชื้อ ซึ่งพบมากจากการติดเชื้อแบคทีเรียจากการมีเพศสัมพันธ์ โดยเฉพาะแบคทีเรีย *Neisseria gonorrhoeae*, *Chlamydia trachomatis* ขณะที่บางส่วนไม่ได้เกิดจากการติดเชื้อจากการมีเพศสัมพันธ์ เช่น *Escherichia coli* ที่อาจติดมาทางลำไส้ใหญ่ (อุจจาระ) และอีกสาเหตุหนึ่ง คือ การบาดเจ็บของท่อปัสสาวะจากการสวนถ่ายท่อปัสสาวะในคนที่เป็นอัมพาต การส่องกล้องทางท่อปัสสาวะ หรือการระคายเคืองเยื่อบุท่อทางเดินปัสสาวะจากการใช้น้ำยาทำความสะอาดบ่อย ๆ เป็นต้น อาการโดยทั่วไปที่พบ คือ ปวด แสบ ขัด ปัสสาวะอาจขุ่น หรือมีเลือดปนออกมา ปัสสาวะบ่อย อาจมีไข้ เป็นต้น การรักษาโดยทั่วไปหากติดเชื้อแบคทีเรียแพทย์จะให้ยาปฏิชีวนะ หากเกิดจากสาเหตุอื่น ๆ ที่ไม่ใช่จากการติดเชื้อแบคทีเรียแพทย์จะรักษาตามอาการ เช่น การให้ยาแก้ปวดบรรเทาอาการปวด

ครูขยายความรู้โดยการเชื่อมโยงเกี่ยวกับการตรวจสุขภาพประจำปี เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงสุขภาพของตนเอง โดยเน้นประเด็นที่ว่า การตรวจนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันโรคหรือตรวจหาความเสี่ยงในการเกิดโรค ซึ่งสถานพยาบาลส่วนใหญ่จะมีการตรวจปัสสาวะรวมอยู่ในการตรวจสุขภาพประจำปีด้วย การตรวจปัสสาวะนี้ทำให้ทราบการทำงานของไตว่ายังเป็นปกติอยู่หรือไม่ โดยจะตรวจหาค่าความเป็นกรด-เบส ความถ่วงจำเพาะ โปรตีน และกลูโคส รวมทั้งตรวจตะกอนในปัสสาวะ เพื่อตรวจหาเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว เยื่อหุ้ม แบคทีเรีย และผลึกแคลเซียมออกซาเลต นอกจากนี้การตรวจเลือดก็สามารถบอกภาวะการทำงานของไตได้เช่นกัน โดยตรวจค่ายูเรียไนโตรเจนในเลือด (Blood Urea Nitrogen : BUN) และการตรวจหาสารที่เกิดจากเมแทบอลิซึมของเซลล์กล้ามเนื้อหรือที่เรียกว่า ครีเอตินีน (creatinine)

ตัวอย่าง ผลการตรวจสุขภาพประจำปี 2557 และ ปี 2560 เพื่อตรวจคัดกรองความผิดปกติของการทำงานของไตจากการตรวจปัสสาวะ

- ตรวจทางเคมี

การตรวจ	ปี 2557	ปี 2560	ค่าอ้างอิง
ความเป็นกรด-เบส (pH)	6.0	5.5	4.5-8.5
ความถ่วงจำเพาะ (Sp.gr)	1.015	1.020	1.003-1.030
โปรตีน (protein)	trace	negative	negative
น้ำตาล (glucose)	negative	negative	negative

- ตรวจตะกอนจากกล้องจุลทรรศน์ (Microscopic examination ; cells/hpf)

การตรวจ	ปี 2557	ปี 2560	ค่าอ้างอิง
เม็ดเลือดขาว (WBC)	10-20	-	0-5
เม็ดเลือดแดง (RBC)	20-30	-	0-5
เยื่อหุ้มชนิด Squamous Epi.	10-20	-	0-5
เยื่อหุ้มชนิด Transitional Epi.	-	-	0-5
แบคทีเรีย (bacteria)	moderate	negative	negative
ผลึก (crystal)	Calcium oxalate 30-50	-	-

หมายเหตุ hpf = high power field

- ตรวจการทำงานของไตจากการตรวจ BUN และ creatinine ในเลือด (mg/dL)

การตรวจ	ปี 2557	ปี 2560	ค่าอ้างอิง
BUN	11	10	7-20
เม็ดเลือดแดง (RBC)	0.7	-	0-5
Creatinine	10-20	0.69	ชาย 0.67-1.17 หญิง 0.51-0.95

หมายเหตุ - คือ ไม่ได้ตรวจในรายการนั้น

แนวการวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

- การรักษาดุลยภาพของกรด-เบสของเลือด โรคที่เกี่ยวกับไตและทางเดินปัสสาวะ จากการตอบคำถาม การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย การอธิบาย และการทำกิจกรรม

ด้านทักษะ

- การสังเกต การลงความเห็นจากข้อมูล การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ปัญหา จากการตอบคำถาม การสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอข้อมูล

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

- การใช้วิจารณญาณ ความรอบคอบ จากการสืบค้นข้อมูล การตอบคำถาม และการอธิบาย

2.3 การรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย

จุดประสงค์การเรียนรู้

อธิบายกลไกการรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายโดยการทำงานของหลอดเลือดฝอย ต่อมเหงื่อ เส้นขนที่ผิวหนัง และกล้ามเนื้อโครงร่าง

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับอัตราการทำงานของเอนไซม์ที่ค่า pH ต่าง ๆ โดยใช้รูป 2.8 ในหนังสือเรียน กับตัวอย่างการทำงานของเอนไซม์อะไมเลสที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน จากรูป 2.12 อัตราการทำงานของเอนไซม์อะไมเลสที่อุณหภูมิต่าง ๆ ในหนังสือเรียนว่านอกจากจะขึ้นกับความเป็นกรด-เบสที่เหมาะสมแล้วยังเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิอีกด้วย จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียน ดังนี้



การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมิมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์อะไมเลสหรือไม่ อย่างไร



การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมิมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ โดยเมื่อพิจารณาจากกราฟที่อุณหภูมิ 10°C เอนไซม์อะไมเลสไม่สามารถทำงานได้ เมื่ออุณหภูมิค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึงประมาณ 37°C เอนไซม์มีอัตราการทำงานสูงที่สุด แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ การทำงานของเอนไซม์จะค่อยๆ ลดลง จนไม่สามารถทำงานได้ต่อไปที่อุณหภูมิ 50°C



เอนไซม์อะไมเลสสามารถเร่งปฏิกิริยาเคมีในร่างกายมนุษย์ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด



เอนไซม์ชนิดนี้สามารถเร่งปฏิกิริยาเคมีในร่างกายได้ เพราะอุณหภูมิปกติของร่างกายมนุษย์ประมาณ 37°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำงานของเอนไซม์ชนิดนี้

ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการเกิดความร้อนในร่างกาย โดยใช้คำถามว่า **กิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันทำให้เกิดความร้อนในร่างกายได้อย่างไร และร่างกายมีการรักษาอุณหภูมิให้คงที่ได้อย่างไร** ซึ่งผลการอภิปรายจะนำไปสู่ข้อสรุปว่าความร้อนในร่างกายเกิดจากกระบวนการสลายสารอาหารระดับเซลล์เพื่อให้ได้พลังงานไปใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งร่างกายจำเป็นต้องมีการรักษาอุณหภูมิให้คงที่อยู่เสมอ เพื่อเป็นการรักษาสภาพการทำงานของเอนไซม์ไว้ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมภายนอกก็ทำให้ร่างกายต้องรักษาอุณหภูมิไม่ให้เปลี่ยนแปลงไปตามสิ่งแวดล้อมภายนอกด้วยเช่นกัน จากนั้นครูให้นักเรียนศึกษาและสืบค้นกลไกการรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกายจากรูป 2.13 กลไกการรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกายในหนังสือเรียน หรือแหล่งการเรียนรู้อื่น แล้วตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจในหนังสือเรียน



ตรวจสอบความเข้าใจ



เพื่อช่วยในการระบายความร้อนได้อย่างไร



การที่ผิวหนังขับเหงื่อออกมาและเกิดการระเหยจะระบายความร้อนที่บริเวณผิวหนังออกไปด้วย ยิ่งร่างกายขับเหงื่อออกมามากเท่าใดก็ยิ่งช่วยลดอุณหภูมิร่างกายลงได้มากด้วย แต่ก็ขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นในอากาศ เช่น ฤดูฝนที่อากาศมีความชื้นสูง เหงื่อจะระเหยออกไปได้น้อย หรือในฤดูร้อนที่มีความชื้นต่ำ เหงื่อจะระเหยได้ดีจึงระบายความร้อนออกได้มากด้วย



การขับเหงื่อออกมาปริมาณมากมีผลต่อร่างกายอย่างไร



ถ้าร่างกายขับเหงื่อออกมาปริมาณมากจะทำให้เกิดการสูญเสียความร้อน น้ำและแร่ธาตุบางชนิดออกมาพร้อมกับเหงื่อมากเกินไป ตัวอย่างแร่ธาตุเช่น โซเดียม โพแทสเซียม ร่างกายไม่สามารถรักษาคุณภาพของอุณหภูมิและสารดังกล่าวได้ อาจทำให้เกิดอันตรายแก่ชีวิตได้ ถ้าไม่ได้รับการทดแทนเข้าไป



การที่ร่างกายสั่นช่วยรักษาอุณหภูมิของร่างกายได้อย่างไร



การสั่นเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่าง ทำให้เกิดความร้อนขึ้น อาการสั่นนี้จะพบได้บ่อยเมื่ออยู่ในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำมาก ๆ



เพราะเหตุใดเมื่อออกกำลังกายอย่างหนัก จะมีอาการหน้าแดง เหงื่อออกมาก และหายใจแรงและถี่ขึ้น



เมื่อออกกำลังกายอย่างหนักเซลล์ในร่างกายจะต้องใช้พลังงานอย่างมาก จึงเกิดกระบวนการเมแทบอลิซึมเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดความร้อนในร่างกายมากกว่าปกติศูนย์ควบคุมอุณหภูมิที่สมองส่วนไฮโปทาลามัสจะส่งสัญญาณไปกระตุ้นให้หลอดเลือดฝอยที่ผิวหนังขยายตัว เลือดหมุนเวียนได้เร็วขึ้น ทำให้มีอาการหน้าแดง ขณะเดียวกันต่อมเหงื่อมีการขับเหงื่อเพิ่มขึ้นเพื่อช่วยระบายความร้อน และกระบวนการเมแทบอลิซึมก็ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือด ร่างกายจึงต้องขับแก๊สนี้ออกโดยการหายใจแรงและถี่ขึ้นเพื่อนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกายให้เร็วที่สุด



มนุษย์มีพฤติกรรมใดอีกบ้างเพื่อช่วยรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกาย



คำตอบขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียน เช่น เมื่ออากาศร้อนควรสวมใส่เสื้อผ้าที่บาง หลีกเลียแสงแดดโดยอยู่ใต้ร่มไม้หรืออยู่ในอาคาร อาบน้ำบ่อยครั้ง อยู่ในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศหรือพัดลม เมื่ออากาศเย็นควรสวมใส่เสื้อผ้าที่หนาขึ้น ก่อกองไฟเพื่อผิงไฟ ออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความร้อนให้กับร่างกาย



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

ความสำคัญของผิวหนังต่อการรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิในร่างกาย

บริเวณผิวหนังมีโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย ได้แก่ เส้นขน และกล้ามเนื้อยัดโคนขน (piloerector muscle) หลอดเลือด ต่อมเหงื่อ เมื่ออุณหภูมิของสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลง โครงสร้างเหล่านี้จะทำงานประสานกันเพื่อปรับอุณหภูมิภายในให้คงที่ เช่น เมื่ออุณหภูมิลดลง กล้ามเนื้อยัดโคนขนถูกกระตุ้นให้หดตัวดึงเส้นขนให้ตั้งขึ้นเพื่อกักอากาศไว้ หลอดเลือดที่ผิวหนังหดตัว ต่อมเหงื่อลดการทำงาน เพื่อลดการระบายความร้อนออกสู่ภายนอก เป็นต้น นอกจากนี้ภายใต้ผิวหนังยังมีชั้นไขมันเป็นฉนวนช่วยป้องกันการสูญเสียความร้อนของร่างกายด้วย

ส่วนอาการขนลุก เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อยัดโคนขน ที่เป็นกล้ามเนื้อเรียบ เมื่ออยู่ในที่มีอุณหภูมิต่ำ หรือมีสิ่งเร้าอื่นๆ มากระตุ้น ระบบประสาทซิมพาเทติกจะกระตุ้นให้กล้ามเนื้อยัดโคนขนหดตัวส่งผลให้เส้นขนตั้งชันขึ้น การตอบสนองเช่นนี้ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะช่วยกักอากาศที่อุ่นบริเวณผิวหนังไว้ไม่ให้สูญเสียไปกับสิ่งแวดล้อม

แนวการวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

- การรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิ จากการตอบคำถาม การสืบค้นข้อมูลการอภิปราย และการอธิบาย

ด้านทักษะ

- การสังเกต การลงความเห็นจากข้อมูล การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา จากการตอบคำถาม การสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอข้อมูล

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

- การใช้วิจารณญาณ ความรอบคอบ จากการตอบคำถาม และการอธิบาย ความใจกว้างจากการอภิปราย

2.4 ระบบภูมิคุ้มกัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายบทบาทของอวัยวะหรือเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ป้องกันและทำลายเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอม
2. อธิบายและเขียนแผนผังเกี่ยวกับกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ
3. สืบค้นข้อมูล อธิบายสาเหตุ อาการ แนวทางป้องกัน และการรักษาโรคที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน
4. สืบค้นข้อมูล อธิบายกลไกของภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อ HIV
5. ระบุสาเหตุ และวิธีการป้องกันการติดเชื้อ HIV

แนวการจัดการเรียนรู้

2.4.1 กลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำภาพหรือข่าวการแพร่ระบาดของโรคที่กำลังเป็นที่สนใจ เช่น โรคติดเชื้อไวรัสซิกา (zika virus) โรคไข้เลือดออก หรือโรคไข้หวัดใหญ่ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสาเหตุ และการป้องกันโรค จากนั้นครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายดังนี้

- เชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้อย่างไร เชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมที่ก่อให้เกิดอันตรายได้แก่อะไรบ้าง
- นักเรียนเคยป่วยเป็นไข้หวัดหรือไม่ ถ้านักเรียนมีอาการป่วยควรจะปฏิบัติตนอย่างไรเพื่อให้ร่างกายกลับมาเป็นปกติ

จากการอภิปรายนักเรียนควรบอกได้ว่าเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมสามารถเข้าสู่ร่างกายได้หลายทาง เช่น ทางบาดแผลบริเวณผิวหนัง ทางช่องเปิดของร่างกาย เช่น จมูก ปาก ตา เป็นต้น หรือการสัมผัสสารคัดหลั่ง (เช่น น้ำลาย น้ำมูก) การหายใจ เชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมที่อาจก่อให้เกิดอันตรายได้แก่ ไวรัส แบคทีเรีย พยาธิ รา เกสรดอกไม้ สารพิษ เป็นต้น สำหรับการปฏิบัติตนเมื่อมีอาการป่วยนักเรียนอาจตอบได้หลากหลาย ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียน

จากนั้นครูให้คำอธิบายเพิ่มเติมว่าร่างกายมีกลไกในการต่อต้านและทำลายสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย แต่ถ้าสิ่งแปลกปลอมหรือเชื้อโรคสามารถเข้าสู่ภายในร่างกายได้ก็จะเกิดการเจ็บป่วยขึ้น แต่การที่บางคนยังมีสุขภาพแข็งแรง หรือบางคนที่มีอาการป่วยแต่สามารถหายป่วยได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากร่างกายของคนนั้นมีภูมิคุ้มกัน

ครูให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับอวัยวะและเนื้อเยื่อที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันโดยใช้รูป 2.15 อวัยวะและเนื้อเยื่อที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันในหนังสือเรียน จากนั้นใช้คำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงบทบาทและหน้าที่ของอวัยวะและเนื้อเยื่อที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกัน เช่น

- เมื่อมีเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกาย อวัยวะหรือเนื้อเยื่อใดบ้างที่มีหน้าที่ป้องกันหรือกำจัดเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอม

จากการอภิปรายนักเรียนจะได้แนวคิดที่ว่าโครงสร้างของระบบภูมิคุ้มกันประกอบด้วยอวัยวะและเนื้อเยื่อต่าง ๆ เช่น ทอนซิล ไทมัส ม้าม ต่อม้ำเหลือง คอยดักจับหรือทำลายเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมโดยมีกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะ

ครูให้นักเรียนศึกษารูป 2.16 การต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ ในหนังสือเรียนแล้วให้นักเรียนยกตัวอย่างเกี่ยวกับอวัยวะและสารที่ร่างกายสร้างขึ้นซึ่งมีสมบัติในการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอม ทั้งนี้อาจให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสำคัญของผิวหนังซึ่งเป็นด่านแรกที่มีความสำคัญในการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอม ครูอาจใช้ภาพโครงสร้างของผิวหนังให้นักเรียนศึกษาเพื่อเชื่อมโยงถึงการขับของเหลวที่ออกจากรูขุมขนซึ่งทำหน้าที่ต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมด้วยเช่นกัน

ครูใช้ภาพบาดแผลที่มีหนองหรือภาพสิวอักเสบให้นักเรียนศึกษาแล้วตั้งคำถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเพื่อนำเข้าสู่เรื่องการอักเสบซึ่งเป็นอีกหนึ่งกลไกในการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ ดังนี้

- แผลหรือสิิวอักเสบมีลักษณะเป็นอย่างไร ของเหลวหรือหนองเกิดได้อย่างไร

นักเรียนควรจะได้คำตอบได้จากประสบการณ์ของนักเรียน เช่น มีลักษณะบวม แดง ร้อนและมีอาการเจ็บปวด ส่วนหนองเกิดจากฟาโกไซต์ที่ตายแล้วรวมตัวสะสมอยู่ที่บริเวณบาดแผล

ครูให้นักเรียนสืบค้นเกี่ยวกับกระบวนการอักเสบ ในประเด็นต่อไปนี้

1. เซลล์เม็ดเลือดขาวที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการอักเสบ
2. การลำเลียงสารขนาดใหญ่เข้าสู่เซลล์เม็ดเลือดขาวโดยวิธีฟาโกไซโทซิส
3. อาการที่บ่งบอกว่าร่างกายมีการอักเสบเกิดขึ้น

นักเรียนควรอธิบายได้ว่าการอักเสบเกิดขึ้นได้เพราะร่างกายมีการตอบสนองต่อเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ โดยจะมีอาการบวม แดง อุณหภูมิสูงกว่าปกติ และรู้สึกเจ็บปวด ซึ่งกระบวนการอักเสบนี้เกิดขึ้นโดยการทำงานของเซลล์เม็ดเลือดขาวกลุ่มฟาโกไซต์ เช่น นิวโทรฟิล และโมโนไซต์ที่เข้ากินเชื้อโรคและเนื้อเยื่อส่วนที่เสียหายโดยวิธีฟาโกไซโทซิส จนสุดท้ายเซลล์เม็ดเลือดขาวที่ตายแล้วจะรวมตัวกันเป็นหนองและถูกกำจัดออกทางบาดแผล



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

ลักษณะและหน้าที่ของเซลล์เม็ดเลือดขาวในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

เซลล์เม็ดเลือดขาวในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามลักษณะรูปร่างของนิวเคลียสและแกรนูโลพิเศษ (specific granule) ในไซโทพลาซึม ได้แก่ แกรนูโลไซต์ (granulocyte) และอะแกรนูโลไซต์ (agranulocyte)

1. แกรนูโลไซต์ เป็นเซลล์ที่มีนิวเคลียสเป็นพู (lobe) จำนวนมากกว่า 1 พู นิวเคลียสมีรูปร่างหลายแบบ พบแกรนูโลพิเศษซึ่งมีขนาดใหญ่ในไซโทพลาซึม และยังมีแกรนูชนิดอื่นๆ อีก เช่น ไลโซโซมแกรนู (lysosomal granule) แกรนูโลไซต์แบ่งออกเป็น 3 ชนิดตามลักษณะการติดสีย้อมของแกรนูพิเศษ ได้แก่

1.1 นิวโทรฟิล (neutrophil) เป็นเซลล์เม็ดเลือดขาวที่มีจำนวนมากที่สุดในเลือด มีประมาณร้อยละ 60-70 ของเซลล์เม็ดเลือดขาวทั้งหมด มีรูปร่างกลม นิวเคลียสมี 2-5 พู โดยทั่วไปมี 3 พู แกรนูพิเศษมีขนาดเล็กมาก ย้อมติดสีทั้งสีที่เป็นกรดและสีที่เป็นเบส คือ ชมพูถึงม่วง หน้าที่หลักของนิวโทรฟิล คือ ทำลายแอนติเจนที่รวมกับแอนติบอดี

1.2 อีโอซิโนฟิล (eosinophil) พบในเลือดประมาณร้อยละ 1-4 ของเซลล์เม็ดเลือดขาว นิวเคลียสส่วนใหญ่มี 2 พู ประกอบด้วยแกรนูพิเศษที่มีขนาดใหญ่ รูปร่างรี ย้อมติดสีส้ม-แดงของสีที่เป็นกรด หน้าที่หลักของอีโอซิโนฟิล คือ การต่อต้านและทำลายปรสิตขนาดใหญ่

1.3 เบโซฟิล (basophil) มีจำนวนน้อยกว่าร้อยละ 1 ของเซลล์เม็ดเลือดขาว นิวเคลียสมี 2 พู แต่เห็นไม่ชัดเจน แกรนูพิเศษมีขนาดใหญ่กว่าที่พบในอีโอซิโนฟิลแต่มีจำนวนน้อยกว่า มีรูปร่างกลมหรือรีติดสีม่วงเข้ม เซลล์เม็ดเลือดขาวเบโซฟิลสามารถสร้างและหลั่งฮิสตามีนตอบสนองต่อแอนติบอดีได้ ทำให้เกิดอาการแพ้ได้เช่นเดียวกับเซลล์แมสต์

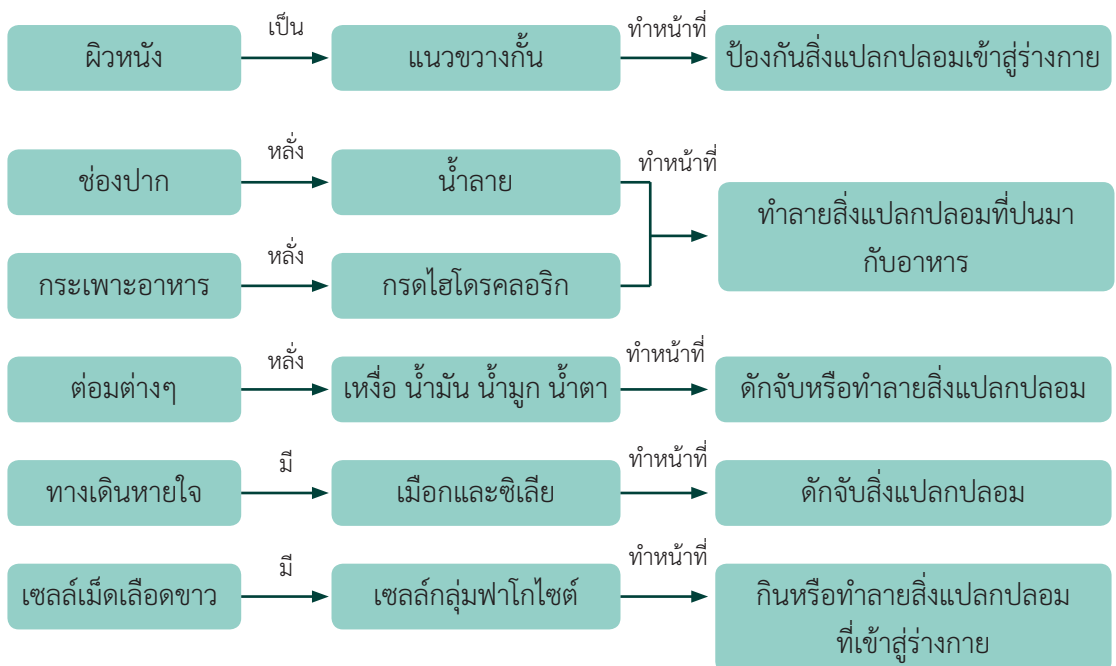
2. อะแกรนูโลไซต์ เป็นเซลล์ที่มีนิวเคลียส 1 พู รูปร่างกลมหรือรูปไต ไม่มีแกรนูลพิเศษ พบแกรนูลอื่น ๆ ในไซโทพลาซึม แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

2.1 ลิมโฟไซต์ พบจำนวนมากรองจากนิวโทรฟิล ประมาณร้อยละ 20-50 ของเซลล์เม็ดเลือดขาว เป็นเซลล์ที่มีขนาดเล็กที่สุด รูปร่างกลม นิวเคลียสรูปกลมเกือบเต็มเซลล์ มีโครมาตินแน่นทึบจึงย้อมติดสีเข้ม ไซโทพลาซึมติดสีจาง ลิมโฟไซต์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามแหล่งที่พัฒนาลิมโฟไซต์นั้น ได้แก่ ลิมโฟไซต์ชนิดบี และลิมโฟไซต์ชนิดที

2.2 โมโนไซต์ พบประมาณร้อยละ 2-6 ของเซลล์เม็ดเลือดขาว เซลล์รูปร่างกลม มีขนาดใหญ่ นิวเคลียสรูปไข่ รูปเกือกม้า หรือรูปไต อยู่ค่อนข้างทางด้านหนึ่งของเซลล์ โครมาตินไม่อัดกันแน่น นิวเคลียสจึงติดสีจางกว่าของลิมโฟไซต์ ในไซโทพลาซึมมีไลโซโซมแกรนูลเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวขรุขระ (RER) และพอลิไรโบโซมจำนวนน้อย ไมโทคอนเดรียขนาดเล็กจำนวนมาก เมื่อโมโนไซต์ออกจากหลอดเลือดฝอยไปยังเนื้อเยื่อเกี่ยวพันจะเปลี่ยนไปเป็นแมโครฟาจ

จากนั้นครูให้นักเรียนอธิบายและเขียนแผนผังสรุปกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ

ตัวอย่างแผนผัง กลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ

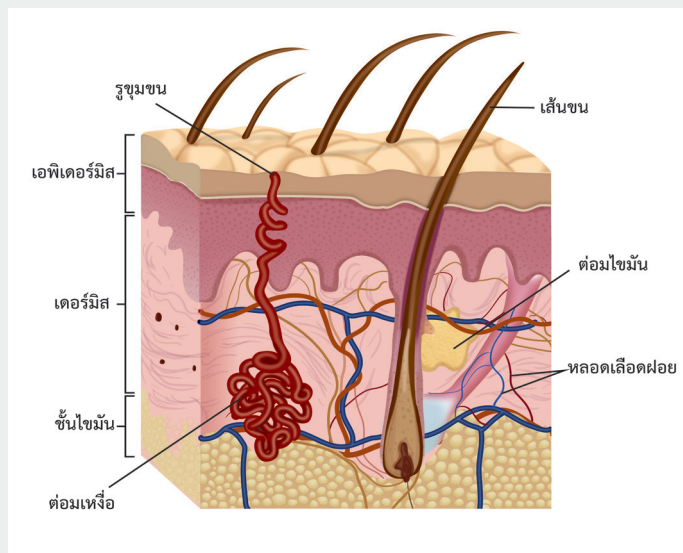




ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

ผิวหนังกับการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ

ผิวหนังเป็นด่านแรกในการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมที่จะเข้าสู่ภายในร่างกาย เพราะผิวหนังอยู่ภายนอกห่อหุ้มอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย มีต่อมต่าง ๆ สร้างสารเคมีที่สามารถทำลายเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมบางชนิดได้ เช่น ต่อมเหงื่อหลังเหงื่อ และต่อมไขมันหลั่งน้ำมัน โดยผิวหนังมีโครงสร้างดังรูป



โครงสร้างผิวหนัง



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

การผ่าตัดนำไส้ติ่งและท่อนซิลออกจากร่างกายเกิดผลเสียหรือไม่

ไส้ติ่งและท่อนซิลเป็นอวัยวะและเนื้อเยื่อที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายมนุษย์ โดยภายในไส้ติ่งมีลิมโฟไซต์อยู่หนาแน่น รวมทั้งอาจเป็นที่อยู่ของแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ต่อระบบย่อยอาหาร เช่นเดียวกับท่อนซิลที่มีหน้าที่ดักจับและทำลายเชื้อโรคที่จะเข้าสู่ทางเดินอาหารและทางเดินหายใจ แต่หากเกิดการอักเสบขึ้น เช่น ไส้ติ่งอักเสบที่อาจเกิดจากการอุดตัน จะทำให้เจ็บปวดบริเวณช่องท้องด้านขวา ถ้าปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลานานโดยไม่ได้รับการรักษาอาจทำให้เกิดการติดเชื้อเข้าช่องท้องและระบบหมุนเวียนเลือดจนทำให้เสียชีวิตได้ หากมีอาการดังกล่าวแพทย์จะใช้ดุลยพินิจให้ตัดออก หรือหากมีการอักเสบเกิดที่ท่อนซิลเป็นประจำจนส่งผลเสียต่อสุขภาพ แพทย์อาจใช้ดุลยพินิจตัดออกเช่นเดียวกัน โดยจะพิจารณาองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น

- มีการอักเสบของท่อนซิลบ่อย ๆ คือ เกิน 7 ครั้งใน 1 ปี หรือเกิน 5 ครั้งติดกันใน 2 ปี หรือ 3 ครั้งติดกันใน 3 ปี มีอาการมีท่อนซิลเป็นหนอง หรือมีอาการไข้
- ผู้ป่วยท่อนซิลอักเสบได้รับยาปฏิชีวนะหลายชนิดรักษาแล้วอาการไม่ดีขึ้น
- การอักเสบในผู้ใหญ่ที่ทำให้ท่อนซิลบวมโตจนทำให้หายใจและรับประทานอาหารได้ลำบาก
- ผู้ป่วยที่มีท่อนซิลโตและอาจกลายเป็นมะเร็งของท่อนซิล

การตัดไส้ติ่งหรือท่อนซิลออกจากร่างกายในกรณีดังกล่าวมาสามารถทำได้โดยไม่มีผลเสียหรืออาจมีผลต่อการดำรงชีวิตน้อยมาก เนื่องจากโครงสร้างเหล่านี้ไม่ได้มีหน้าที่หลักในระบบภูมิคุ้มกัน

2.4.2 กลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะ

ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแล้วเชื่อมโยงเข้าสู่กลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะดังนี้

- ถ้าเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมสามารถเข้าสู่เนื้อเยื่อหรือเซลล์ต่างๆ ในร่างกายได้ ร่างกายจะยังทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ตามปกติหรือไม่

ผลจากการอภิปรายนักเรียนอาจตอบว่าได้หรือไม่ได้ ซึ่งครูจะยังไม่สรุป จากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะจากหนังสือเรียน หรือแหล่งการเรียนรู้อื่นๆ เช่น อินเทอร์เน็ต แพทย์ สถานีนามัย โดยเน้นคำสำคัญต่อไปนี้ แอนติเจน แอนติบอดี เซลล์บี เซลล์ที รวมทั้งกลไกการทำงาน โดยให้นักเรียนอธิบายและเขียนแผนผังสรุปกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะตามที่นักเรียนเข้าใจโดยใช้รูป 2.18 กลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะในหนังสือเรียน แล้วตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจในหนังสือเรียน



เฉลยตรวจสอบความเข้าใจ



ถ้าเซลล์ที่ผู้ช่วยถูกทำลายหรือไม่สามารถทำงานได้จะมีผลอย่างไรต่อร่างกาย



ระบบภูมิคุ้มกันจะอ่อนแอลง เนื่องจากขาดเซลล์ที่ผู้ช่วยที่จะไปกระตุ้นการทำงาน และการแบ่งเซลล์ของลิมโฟไซต์ชนิดต่าง ๆ รวมทั้งสร้างแอนติบอดีที่ตอบสนองต่อเชื้อโรคต่าง ๆ ได้น้อยลง และติดเชื้อได้ง่าย



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

แอนติเจน (antigen) คือ โมเลกุลของสารหรือสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกายแล้วกระตุ้นภูมิคุ้มกันให้เกิดการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะ

แอนติบอดี (antibody) คือ กลุ่มของโปรตีนที่เรียกว่า อิมมูโนโกลบูลิน (immunoglobulin : Ig) สร้างจากเซลล์พลาสมา แอนติบอดีสามารถจับกับโมเลกุลต่าง ๆ ที่เป็นสิ่งแปลกปลอมต่อร่างกายหรือแอนติเจนได้อย่างจำเพาะ

เซลล์บี (B cell) คือ เซลล์เม็ดเลือดขาวกลุ่มลิมโฟไซต์ (lymphocyte) สร้างและพัฒนาสมบูรณ์ที่ไขกระดูก เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่เซลล์บีจะถูกปล่อยเข้าสู่เลือดและท่อน้ำเหลือง มีหน้าที่แบ่งเซลล์และพัฒนาเป็นเซลล์พลาสมา (plasma cell) ซึ่งจะสร้างแอนติบอดีเพื่อทำลายเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมอย่างจำเพาะ

เซลล์ที (T cell) คือ เซลล์เม็ดเลือดขาวกลุ่มลิมโฟไซต์สร้างขึ้นที่ไขกระดูก แต่ไปพัฒนาสมบูรณ์ที่ไทมัส สามารถแบ่งชนิดของเซลล์ที่ได้ตามหน้าที่ดังนี้ เซลล์ทีที่ทำลายเซลล์แปลกปลอมหรือเซลล์ที่ติดเชื้อไวรัส (cytotoxic T cell) มีหน้าที่ทำลายเซลล์แปลกปลอมหรือเซลล์ที่ติดเชื้อไวรัส และเซลล์ที่ช่วย (helper T cell) ทำหน้าที่สร้างสารกระตุ้นการทำงานและการแบ่งเซลล์ของลิมโฟไซต์

จากนั้นครูนำเข้าสู่เรื่องการสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกายโดยอาจนำข่าวหรือสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ชนิดต่าง ๆ เช่น สายพันธุ์ A (H1N1) สายพันธุ์ A Hong Kong (H3N2) ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นโดยใช้คำถามดังนี้

- เหตุใดวัคซีนสำหรับป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ จึงต้องฉีดเป็นประจำทุกปี
- นักเรียนคิดว่าเชื้อไวรัสโรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่นี้เข้าสู่ร่างกายได้อย่างไร
- นักเรียนจะปฏิบัติตนอย่างไรในการป้องกันไม่ให้ตนเองป่วยเป็นโรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่

จากการแสดงความคิดเห็นนักเรียนควรสรุปได้ว่า โรคไขหวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่เกิดจากเชื้อโรคที่สามารถติดต่อกันได้ง่าย สามารถอยู่ใน น้ำมูก น้ำลาย หรือเสมหะของผู้ป่วยได้ ดังนั้นการเข้าใกล้ผู้ป่วยที่ไอหรือจาม อาจหายใจเอาเชื้อไวรัสเข้าไป รวมทั้งการสัมผัสสิ่งของร่วมกันกับผู้ป่วยที่มีเชื้อไวรัสปนเปื้อนอยู่และเนื่องจากไขหวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่เป็นเชื้อไวรัสซึ่งสามารถกลายพันธุ์ได้ง่าย จึงต้องได้รับการฉีดวัคซีนเพื่อป้องกันเชื้อไขหวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ตามเชื้อที่กลายพันธุ์ไปเสมอ ส่วนวิธีป้องกันโรคนี้ได้แก่ การรักษาสุขภาพร่างกายให้แข็งแรงโดยการออกกำลังกาย รับประทานอาหารให้ครบ 5 หมู่ หลีกเลี่ยงการอยู่ใกล้กับผู้ป่วย หรือการฉีดวัคซีนป้องกันในแต่ละปีตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข เป็นต้น

ครูอธิบายเพิ่มเติมว่านอกจากกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมของร่างกายที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติ มนุษย์ยังสามารถเสริมสร้างภูมิคุ้มกันขึ้นมาได้อีกด้วย

ครูให้นักเรียนศึกษารูป 2.19 การสร้างภูมิคุ้มกัน จากหนังสือเรียน แล้วใช้คำถามในหนังสือเรียนว่า **นักเรียนคิดว่าการสร้างภูมิคุ้มกันในรูป 2.19 เหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร** เพื่อให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและร่วมกันแสดงความคิดเห็น

นักเรียนควรสรุปได้ว่า การสร้างภูมิคุ้มกันในรูป 2.19 แตกต่างกัน โดยรูป ก. ลูกจะได้รับแอนติบอดีโดยตรงจากน้ำนมแม่ ส่วนรูป ข. เป็นการฉีดวัคซีน ซึ่งเป็นการกระตุ้นร่างกายให้สร้างแอนติบอดีที่จำเพาะต่อแอนติเจนนั้น แล้วนำไปสู่ข้อสรุปว่าการสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกายแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ ภูมิคุ้มกันรับมาและภูมิคุ้มกันก่อเอง

ครูอาจให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับภูมิคุ้มกันรับมา หรือฉายาวิทัศน์เกี่ยวกับการผลิตเซรัมหรือพานักเรียนไปยังสถานที่แสดงการผลิตเซรัม เช่น สภากาชาดไทย เพื่อให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการผลิตเซรัม ความสำคัญของเซรัม สาเหตุที่ต้องผลิตเซรัม จากนั้นให้นักเรียนสรุปผลที่ได้จากการศึกษา

สำหรับเรื่องภูมิคุ้มกันก่อเองครูอาจใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เช่น

- เหตุใดโรคบางโรค เช่น โรคอีสุกอีใส โรคคางทูม เมื่อเป็นแล้วจะไม่เป็นซ้ำอีก หรือการที่นักเรียนได้รับการฉีดวัคซีนป้องกันโรคบางชนิด ทำให้นักเรียนไม่เป็นโรคนั้น

จากการอภิปรายอาจสรุปได้ว่า โรคบางโรคที่เคยเป็นจะไม่เป็นอีกเพราะร่างกายยังคงมีเซลล์ความจำที่จำเพาะต่อเชืโรคนั้นอยู่จากการป่วยครั้งแรก เมื่อได้รับเชื้อโรคเดิมอีกครั้งร่างกายจึงเกิดการตอบสนองได้อย่างรวดเร็วทำให้ไม่มีอาการเจ็บป่วย สำหรับการได้รับการฉีดวัคซีนป้องกันโรคบางชนิด เป็นการสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกายเพื่อเตรียมพร้อมล่วงหน้าเพื่อให้สามารถทำงานได้ทันทีเมื่อได้รับเชื้อโรคชนิดเดียวกันกับวัคซีนที่ฉีดเข้าไป

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับหลักการการผลิตวัคซีน การผลิตเซรุ่ม ประโยชน์ ข้อดีและข้อเสียของการฉีดวัคซีนและเซรุ่ม แล้วให้ตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจในหนังสือเรียน



เฉลยตรวจสอบความเข้าใจ



เพราะเหตุใดเมื่อถูกงูกัดจึงต้องจดจำลักษณะของงูที่กัด



เพราะแอนติบอดีในเซรุ่มมีความจำเพาะต่อพิษงูแต่ละชนิด ดังนั้นหากทราบชนิดของงูจะสามารถให้แอนติบอดีเข้าทำลายพิษงูชนิดนั้นได้อย่างจำเพาะเจาะจงและทันทั้งนี้



การให้วัคซีนและการให้เซรุ่มมีผลต่อร่างกายเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร



การให้วัคซีนและการให้เซรุ่มมีผลต่อร่างกายเหมือนกันคือมีการสร้างภูมิคุ้มกัน แต่แตกต่างกันตรงที่ระยะเวลาที่สร้างภูมิคุ้มกัน โดยการให้วัคซีนเป็นการให้แอนติเจนที่ไม่เป็นพิษต่อร่างกายไปกระตุ้นให้ร่างกายสร้างแอนติบอดี ซึ่งจะใช้เวลาในการสร้างเซลล์ความจำและแอนติบอดีขึ้นมาระยะหนึ่งทั้งนี้เซลล์ความจำที่สร้างขึ้นนี้จะอยู่ในร่างกายได้ค่อนข้างนานอาจเป็นปีหรือตลอดชีวิต ขณะที่เซรุ่มเป็นการให้แอนติบอดีที่สร้างจากสัตว์หรือมนุษย์โดยตรง เช่น เซรุ่มพิษงูที่สกัดได้จากเลือดมานำไปให้กับผู้ที่ถูกงูมีพิษกัดซึ่งสามารถรักษาพิษงูได้ทันที แต่แอนติบอดีนี้จะอยู่ในร่างกายได้ในระยะเวลาสั้น ๆ เท่านั้น

ครูให้นักเรียนศึกษาตาราง 2.1 การให้วัคซีนในเด็กไทยปกติเพื่อสร้างภูมิคุ้มกันก่อนเองให้กับร่างกายตั้งแต่แรกเกิดในหนังสือเรียน แล้วตอบคำถามในหนังสือเรียน ดังนี้



นักเรียนเคยได้รับวัคซีนป้องกันโรคใดบ้าง



คำตอบขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียน เช่น วัคซีนป้องกันโรคโปลิโอ วัคซีนป้องกันวัณโรค และโดยปกติคนไทยทุกคนตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 12 ปี สามารถขอรับการฉีดวัคซีนจากสถานพยาบาลของรัฐได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย



วัคซีนใดที่ต้องฉีดซ้ำเป็นระยะทุก ๆ 10 ปี



วัคซีนโรคบาดทะยัก



เพราะเหตุใดจึงต้องได้รับวัคซีนชนิดเดียวกัน ซ้ำกันเป็นระยะๆ



เพื่อเป็นการกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกายในแต่ละช่วงอายุ โดยการเพิ่มหรือคงปริมาณของแอนติบอดีในร่างกายให้คงอยู่ได้นานขึ้น



นอกจากวัคซีนที่จำเป็นที่ต้องให้กับเด็กแล้วยังมีวัคซีนใดอีกบ้างที่เด็กควรได้รับเพิ่มเติม



นักเรียนสามารถสืบค้นจากแหล่งต่าง ๆ เช่น เว็บไซต์สมาคมโรคติดเชื้อในเด็กแห่งประเทศไทย



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

การฉีดวัคซีนกระตุ้น (vaccine booster)

การสร้างภูมิคุ้มกันโดยการฉีดวัคซีนป้องกันโรค เช่น วัคซีนป้องกันโปลิโอ วัคซีนป้องกันคอตีบ-บาดทะยัก-ไอกรน หรือการฉีดวัคซีนบาดทะยักจำเป็นต้องมีการฉีดวัคซีนหรือหยอดกระตุ้น ในช่วงอายุต่าง ๆ โดยในวัคซีนนี้จะมีเชื้อโรครออยู่ในปริมาณที่น้อยไม่เท่ากับครั้งแรกที่ได้รับ เพื่อเป็นการคงภูมิคุ้มกันของโรคและเป็นการรักษาปริมาณของแอนติบอดีหรือเซลล์ความจำต่อเชื้อโรคนั้นให้อยู่ในร่างกายนานที่สุด

แนวการวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

- บทบาทของอวัยวะหรือเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ป้องกันและทำลายเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมจากการอธิบาย การสืบค้นข้อมูล กลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ จากการอธิบาย อภิปราย การเขียนแผนผังสรุป การสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอข้อมูล

ด้านทักษะ

- ด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การลงความเห็นจากข้อมูล จากการอธิบายและการอภิปราย
- การสร้างแบบจำลอง จากการเขียนแผนผังสรุปกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ
- การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา จากการสืบค้นข้อมูล และการอธิบาย

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

- การใช้วิจารณญาณ ความรอบคอบ จากการอธิบาย และการอภิปราย

2.4.3 ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน

ครูพบทวนระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย เน้นกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะ จากนั้นครูใช้คำถามให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันดังนี้

- นักเรียนคิดว่าระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายสามารถเกิดความผิดปกติได้หรือไม่ อย่างไร และยกตัวอย่างโรคที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันที่นักเรียนรู้จัก

จากการอภิปรายนักเรียนควรสรุปได้ว่า ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายสามารถเกิดความผิดปกติได้ เช่น อาจเกิดจากการได้รับเชื้อไวรัสบางอย่างที่มีผลต่อการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน เช่น โรคเอดส์ การที่ร่างกายตอบสนองต่อสิ่งแปลกปลอมหรือเชื้อโรคอย่างรุนแรง และภูมิคุ้มกันทำลายเซลล์หรือเนื้อเยื่อของร่างกายตนเอง ได้แก่ โรคมะเร็ง โรคลูปัสหรือโรคเอสแอลอี

ครูยกตัวอย่างโรคที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันที่พบได้บ่อย เช่น โรคมะเร็ง โดยอาจให้นักเรียนออกมาเล่าประสบการณ์ แลกเปลี่ยนความรู้ในห้องเรียน หรือให้นักเรียนทำกิจกรรมเสนอแนะเรื่อง การสำรวจโรคมะเร็ง ในหนังสือเรียน



กิจกรรมเสนอแนะ การสำรวจโรคมะเร็ง

จุดประสงค์

อธิบายสาเหตุ อาการ และวิธีป้องกันโรคมะเร็ง

เวลาที่ใช้ (โดยประมาณ) 45 นาที

แนวการจัดกิจกรรม

ครูให้นักเรียนสำรวจเพื่อนในห้องเรียนหรือในระดับชั้นเรียนที่เป็นโรคมะเร็ง โดยการสอบถามถึง สารก่อมะเร็ง อาการแพ้ และวิธีการป้องกันหรือหลีกเลี่ยงสารก่อมะเร็ง แล้วนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน ตอนที่ 1 และตอนที่ 2 ในหนังสือเรียน โดยตอนที่ 2 ครูควรเน้นให้นักเรียนนำเสนอเกี่ยวกับโรคเอดส์ ความหมายของโรค ลักษณะอาการของโรค และสาเหตุการเกิดโรคโดยเชื้อไวรัสชนิด HIV รวมทั้งแนวทางในการป้องกัน และดูแลผู้ป่วย



กิจกรรม 2.2 ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน

จุดประสงค์

1. สืบค้น และอธิบายสาเหตุโรคหรืออาการที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันได้
2. สืบค้นข้อมูล ระบุสาเหตุ และอธิบายกลไกของภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อ HIV
3. ระบุแนวทางการติดเชื้อและวิธีการป้องกันการติดเชื้อ HIV

เวลาที่ใช้ (โดยประมาณ) 60 นาที

แนวการจัดกิจกรรม ตอนที่ 1 และ ตอนที่ 2

กิจกรรมนี้อาจให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน โดยให้สืบค้นข้อมูลมาล่วงหน้าจากแหล่งความรู้ที่มีความน่าเชื่อถือ เช่น สถาบัน หรือหน่วยงานของรัฐ สถานพยาบาลต่าง ๆ หรือสอบถามโดยตรงจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง แล้วนำมาเสนอหน้าชั้นเรียนในรูปแบบต่าง ๆ แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม



การสัมผัสเหงื่อ น้ำลาย หรือน้ำตา ซึ่งเป็นสารคัดหลั่งจากผู้ติดเชื้อ HIV จะทำให้ติดเชื้อนี้ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด



ไม่ เพราะปริมาณเชื้อ HIV ที่ปะปนออกมากับเหงื่อ น้ำลาย หรือน้ำตาของผู้ติดเชื้อ HIV มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถติดต่อไปยังผู้อื่นได้



เพราะเหตุใดการบริจาคเลือดจึงมีความจำเป็นต้องตรวจเชื้อ HIV ก่อนทุกครั้ง



เพื่อให้แน่ใจว่าเลือดที่ได้รับบริจาคมาไม่มีเชื้อ HIV เพราะถ้ามีเชื้อ HIV ก็จะทำให้ผู้ป่วยที่รับบริจาคมีความเสี่ยงที่จะติดเชื้อ HIV

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับโรคหรืออาการที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันตามข้อมูลที่นักเรียนไปสืบค้น โดยเฉพาะสาเหตุการเกิดโรคเอดส์ อันตรายของโรคเอดส์ ผลกระทบต่อสังคมและแนวทางในการป้องกันและดูแลผู้ป่วยโรคเอดส์ รวมถึงการปฏิบัติตนหากต้องอยู่ร่วมกันกับผู้ติดเชื้อ HIV และผู้ป่วยโรคเอดส์

แนวการวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

- โรคหรืออาการเกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน ภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อ HIV จากการสืบค้นข้อมูล การตอบคำถาม การนำเสนอข้อมูล และการทำกิจกรรม

ด้านทักษะ

- การสังเกต การลงความเห็นจากข้อมูล จากการอธิบายและการอภิปราย
- การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ความร่วมมือการทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ จากการสืบค้นข้อมูล และการทำกิจกรรม

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

- การใช้วิจารณญาณ ความรอบคอบ ความใจกว้าง การยอมรับความเห็นต่าง จากการตอบคำถาม การอธิบาย อภิปราย และการทำกิจกรรม



เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 2

1. เพราะเหตุใดผู้ที่มีอาการท้องเสียแพทย์จะแนะนำให้ดื่มน้ำผสมผงละลายเกลือแร่ ORS (Oral Rehydration Salt) แทนการดื่มน้ำสะอาด



อาการท้องเสียทำให้ร่างกายสูญเสียน้ำและแร่ธาตุที่สำคัญ เช่น โซเดียมคลอไรด์ โพแทสเซียมคลอไรด์ออกไปเป็นจำนวนมาก ร่างกายไม่สามารถรักษาดุลของแร่ธาตุได้จากการดื่มน้ำเพียงอย่างเดียว ดังนั้นการดื่มน้ำผสมผงละลายเกลือแร่ ORS ที่มีส่วนผสมของแร่ธาตุที่สำคัญดังกล่าวจะเข้าไปชดเชยน้ำและแร่ธาตุที่สูญเสียออกไป ร่างกายจะค่อย ๆ ปรับตัวเข้าสู่สมดุลอีกครั้ง

2. การดื่มน้ำที่มีส่วนผสมของเกลือโซเดียมคลอไรด์หรืออาหารที่มีรสเค็มจัดจะส่งผลอย่างไรต่อร่างกาย



เมื่อเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้าสู่ร่างกายจะแตกตัวเป็นไอออน ได้แก่ Na^+ และ Cl^- ซึ่งปกติในร่างกายจะมีปริมาณ Na^+ และ Cl^- สมดุลอยู่แล้ว แต่ถ้าได้รับมากเกินไปจะทำให้ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ในเลือดเพิ่มขึ้น ไตต้องดูดกลับน้ำจากของเหลวในท่อหน่วยไตเข้าเลือดเพิ่มมากขึ้น เพื่อลดความเข้มข้นของโซเดียมในเลือด ทำให้ปริมาตรเลือดเพิ่มขึ้น ส่งผลถึงหัวใจที่ต้องทำงานสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงทั่วร่างกายมากขึ้น ความดันเลือดจึงสูง ซึ่งความดันเลือดที่สูงขึ้นนี้จะเพิ่มแรงดันที่กลุ่มหลอดเลือดฝอยในไตที่ทำหน้าที่กรองสาร ทำให้หลอดเลือดฝอยได้รับอันตราย และแรงดันที่สูงขึ้นนี้ยังทำให้เกิดการรั่วของโปรตีนออกมากับปัสสาวะ ทำให้เกิดโรคไต เช่น โรคไตเรื้อรัง

3. Hyperventilation syndrome หรือ กลุ่มอาการหายใจเร็วกว่าปกติ คือ ภาวะที่ผู้ป่วยจะหายใจเร็วและลึกทำให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในหลอดเลือดลดลง เลือดจึงมีความเป็นเบส เกิดการหดตัวของหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย เกิดอาการเวียนศีรษะ หน้ามืด ตาพร่ามัว หัวใจเต้นเร็ว ใจสั่น มือเท้าเย็น ชาตามแขนตามขาหรือมีอาการกล้ามเนื้อเกร็ง นิ้วมือจับเข้าหากัน บางรายเป็นลมหมดสติได้ การปฐมพยาบาลเบื้องต้นทำได้โดยการให้ผู้ป่วยปิดปากและจมูก เหตุใดจึงต้องปฐมพยาบาลเบื้องต้นเช่นนี้



เนื่องจากอาการนี้ทำให้มีการหายใจหอบเร็วและลึก ส่งผลให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดลดลง ปริมาณ H^+ ในเลือดลดลง เลือดมีสภาพเป็นเบส สมดุลของกรด-เบสในเลือดเปลี่ยนไป การใช้ถุงครอบปากและจมูก จะทำให้ร่างกายได้รับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจเข้ามากขึ้น ปริมาณ H^+ ในเลือดเพิ่มมากขึ้น ความเป็นกรด-เบสในเลือดจึงเข้าสู่ภาวะสมดุล

4. ถ้าร่างกายไม่สามารถรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิในร่างกายและความเป็นกรด-เบสในเลือดได้จะเกิดผลต่อร่างกายอย่างไร



อุณหภูมิและความเป็นกรด-เบสมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ในร่างกาย โดยเอนไซม์เป็นสารประเภทโปรตีนซึ่งจะเสียสภาพธรรมชาติได้หากอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-เบสเปลี่ยนไป ซึ่งอาจทำให้ปฏิกิริยาต่าง ๆ ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ตามปกติ ดังนั้นร่างกายจึงต้องรักษาอุณหภูมิและความเป็นกรด-เบสให้เหมาะสมกับการทำงานของเอนไซม์แต่ละชนิดไว้

5. เพราะเหตุใดผู้ที่ติดเชื้อ HIV ต้องรับประทานยาต้านเชื้อไวรัสและรักษาสุขภาพร่างกายอยู่เสมอ



เพราะ เชื้อ HIV จะเข้าไปเพิ่มจำนวนและทำลายเซลล์ที่ผู้ช่วยซึ่งทำหน้าที่กระตุ้นเซลล์พลาสมาให้สร้างแอนติบอดี เมื่อเซลล์ที่ผู้ช่วยถูกทำลายจึงทำให้เซลล์พลาสมามีประสิทธิภาพในการสร้างแอนติบอดีที่กำจัดเชื้อที่เข้าสู่ร่างกายลดลง ดังนั้นการรักษาสุขภาพร่างกายเป็นการป้องกันไม่ให้อวัยวะได้รับโรคอื่น ๆ ที่จะทำให้เกิดโรคแทรกซ้อน สำหรับการรับประทานยาต้านเชื้อจะทำให้เชื้อ HIV ลดจำนวนลง และยับยั้งการเพิ่มจำนวนเชื้อ HIV

6. พฤติกรรมใดบ้างที่ส่งผลเสียต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย และนักเรียนมีวิธีปฏิบัติตนอย่างไรเพื่อให้มีสุขภาพร่างกายแข็งแรงอยู่เสมอ



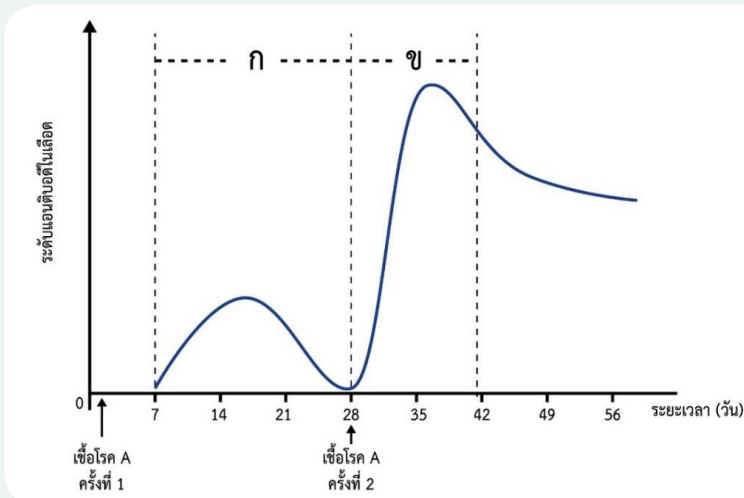
พฤติกรรมที่ส่งผลเสียต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย มีได้หลากหลาย เช่น

1. การรับประทานอาหารที่ไม่สะอาด
2. การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ หรือสูบบุหรี่
3. การไม่ออกกำลังกาย
4. อยู่ในพื้นที่ที่มีโรคระบาด

วิธีปฏิบัติตนเพื่อให้มีสุขภาพร่างกายแข็งแรง เช่น

1. พักผ่อนนอนหลับให้เพียงพอ
2. ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ
3. รับประทานอาหารที่ดีมีประโยชน์และถูกสัดส่วน
4. รักษาสุขภาพทางอารมณ์ให้ไม่เครียด หรือโกรธง่าย
5. ขับถ่ายให้เป็นเวลาทุกวัน
6. ฉีดวัคซีนสร้างภูมิคุ้มกัน

7. จากกราฟแสดงการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันโดยการสร้างแอนติบอดีในเลือด เมื่อ ร่างกายได้รับเชื้อโรค A



7.1 จงอธิบายการเปลี่ยนแปลงระดับแอนติบอดีในเลือดจากกราฟช่วง ข.



การเปลี่ยนแปลงระดับแอนติบอดีในเลือดจากกราฟช่วง ข. อธิบายได้ว่า กราฟในช่วงนี้แสดงถึงปริมาณแอนติบอดีที่สูงมาก และใช้ระยะเวลาในการสร้างน้อยกว่าช่วง ก. ซึ่งเป็นผลมาจากการทำหน้าที่ของเซลล์บีชนิดเซลล์ความจำที่ได้จดจำเชื้อโรค A จากการตอบสนองครั้งแรกไว้อยู่ก่อนแล้ว เมื่อได้รับเชื้อโรค A อีกครั้ง จะกระตุ้นให้เซลล์ความจำซึ่งมีอยู่จำนวนมากพัฒนาเป็นเซลล์พลาสมาที่ทำหน้าที่สร้างแอนติบอดีได้อย่างรวดเร็วและมีปริมาณสูงกว่าที่สร้างเมื่อตอบสนองครั้งแรก

7.2 ถ้าได้รับเชื้อโรค B ครั้งแรก ในวันที่ 35 การเปลี่ยนแปลงระดับแอนติบอดีในเลือดจะเป็นแบบช่วงกราฟช่วง ก. หรือ ช่วง ข. จงอธิบาย



การเปลี่ยนแปลงของกราฟแสดงระดับแอนติบอดีในเลือดจะเป็นแบบช่วง ก. เพราะเชื้อโรค B เป็นเชื้อโรคใหม่ทำให้ร่างกายเกิดการตอบสนองครั้งแรกที่ต้องสร้างแอนติบอดีที่มีความจำเพาะต่อเชื้อโรค B ขึ้นมาใหม่ทำให้ใช้ระยะเวลาค่อนข้างนาน และมีปริมาณแอนติบอดีต่อเชื้อโรค B ค่อนข้างน้อย

บทที่

3

| การดำรงชีวิตของพืช



ipst.me/7688



ตัวชี้วัด

1. ทดสอบและบอกชนิดของสารอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้
2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น
3. ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
4. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น และยกตัวอย่างการนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านการเกษตรของพืช
5. สังเกตและอธิบายการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิต

การวิเคราะห์ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด

1. ทดสอบและบอกชนิดของสารอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้
2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุประเภทของสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น
2. ทดสอบและบอกชนิดของสารอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้
3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21	จิตวิทยาศาสตร์
1. การสังเกต 2. การวัด 3. การจำแนกประเภท 4. การลงความเห็นจากข้อมูล 5. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 3. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ	1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. การใช้วิจารณญาณ 3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์ 4. ความใจกว้าง 5. การยอมรับความเห็นต่าง 6. ความซื่อสัตย์ 7. ความมุ่งมั่นอดทน 8. ความรอบคอบ 9. วัตถุวิสัย

ตัวชี้วัด

3. ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1. ระบุและอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของพืช
- 2. ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21	จิตวิทยาศาสตร์
1. การสังเกต 2. การวัด 3. การหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา 4. การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล 5. การตั้งสมมติฐาน 6. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 7. การกำหนดและควบคุมตัวแปร 8. การทดลอง 9. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 3. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ	1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. การใช้วิจารณญาณ 3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์ 4. ความใจกว้าง 5. การยอมรับความเห็นต่าง 6. ความซื่อสัตย์ 7. ความมุ่งมั่นอดทน 8. ความรอบคอบ 9. วัตถุวิสัย

ตัวชี้วัด

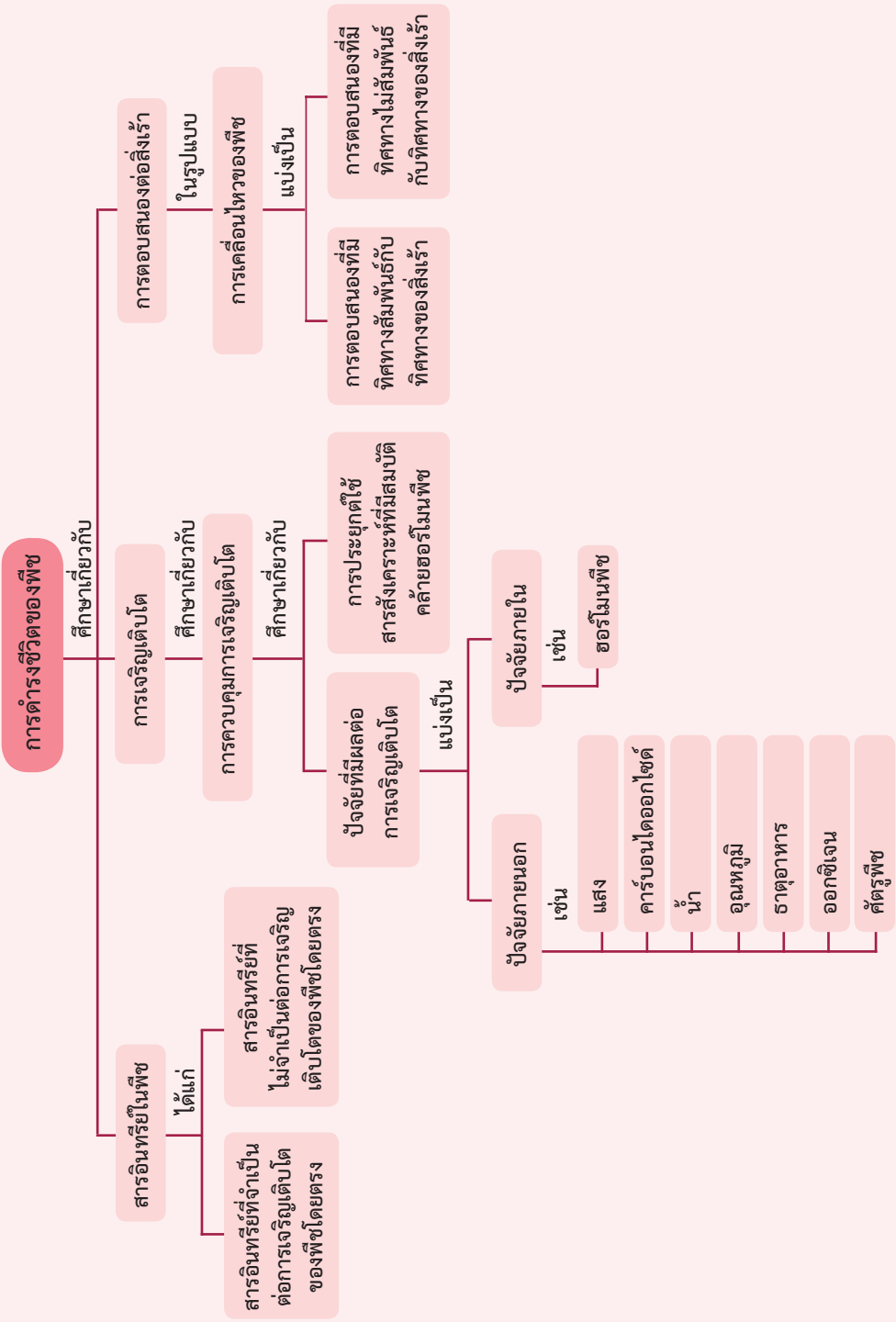
4. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น และยกตัวอย่างการนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านการเกษตรของพืช

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นเพื่อนำมาใช้ในการเกษตรและเพิ่มผลผลิตของพืชและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. การสังเกต 2. การจำแนกประเภท 3. การลงความเห็นจากข้อมูล	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ	จิตวิทยาาสตร์ 1. ความอยากรู้อยากเห็น
ตัวชี้วัด 5. สังเกตและอธิบายการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิต		
จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. อธิบายการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของพืช		
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. การสังเกต 2. การจำแนกประเภท 3. การลงความเห็นจากข้อมูล	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ	จิตวิทยาาสตร์ 1. ความอยากรู้อยากเห็น

ผังมโนทัศน์



สาระสำคัญ

พืชสร้างน้ำตาลจากการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยน้ำตาลที่สร้างขึ้นนี้ถูกนำไปใช้ในการหายใจระดับเซลล์เพื่อให้ได้พลังงานสำหรับใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ และเป็นแหล่งคาร์บอนสำหรับกระบวนการสังเคราะห์สารอินทรีย์และการเจริญเติบโต

สารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นมีทั้งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรงซึ่งพบได้ในพืชทุกชนิด เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด กรดนิวคลีอิก กรดแอมิโน วิตามิน คลอโรฟิลล์ ฮอโมนพืช และสารอินทรีย์ที่ไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรงซึ่งพบได้ในพืชบางชนิดเพื่อช่วยให้พืชเหล่านั้นมีชีวิตรอดและแพร่กระจายพันธุ์ได้ โดยปัจจุบันมนุษย์นำสารอินทรีย์ในกลุ่มนี้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย เช่น การใช้ประโยชน์จากยางพารา สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ใช้เป็นยา เป็นต้น

การเจริญเติบโตของพืชถูกควบคุมด้วยปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายใน ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต เช่น แสง คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ อุณหภูมิ ธาตุอาหาร ออกซิเจน และศัตรูพืช ส่วนปัจจัยภายใน ได้แก่ ฮอโมนพืช ซึ่งพืชสังเคราะห์ขึ้นเพื่อควบคุมการเจริญเติบโตในแต่ละช่วงชีวิต มนุษย์สังเคราะห์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชโดยเลียนแบบฮอโมนพืช เพื่อนำมาใช้ควบคุมการเจริญเติบโต และเพิ่มผลผลิตของพืช

การตอบสนองของพืชมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืช โดยพืชสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าในรูปแบบของการเคลื่อนไหวได้ ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ การตอบสนองที่มีทิศทางสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า และการตอบสนองที่มีทิศทางไม่สัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า

เวลาที่ใช้

บทนี้ควรใช้เวลาสอนประมาณ 10 ชั่วโมง

3.1 สารอินทรีย์ในพืช	3.0	ชั่วโมง
3.2 ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	6.0	ชั่วโมง
3.3 การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้า	1.0	ชั่วโมง

ความรู้ก่อนเรียน

ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช การลำเลียงในพืช การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช



เฉลยตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

ให้นักเรียนใส่เครื่องหมายถูก (✓) หรือ ผิด (✗) หน้าข้อความตามความเข้าใจของนักเรียน



1. การสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการที่สามารถนำพลังงานแสงมาเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีเพื่อใช้ในการดำรงชีวิตของพืช



2. พืชต้องการ น้ำ ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และแสง เพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งเกิดขึ้นในคลอโรพลาสต์



3. พืชลำเลียงน้ำและธาตุอาหารผ่านโฟลเอ็ม เพื่อใช้ในกระบวนการต่าง ๆ รวมทั้งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จากนั้นจะลำเลียงน้ำตาลที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงผ่านไซเล็มเพื่อไปใช้ที่ส่วนต่าง ๆ ของพืช



4. น้ำตาลที่พืชสร้างขึ้นบางส่วนจะนำไปสังเคราะห์เป็นสารอินทรีย์หลายชนิด เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน



5. พืชต้องการน้ำและแสงในการดำรงชีวิต นอกจากนี้ยังต้องการธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน เพื่อให้เจริญเติบโตได้อย่างสมบูรณ์

3.1 สารอินทรีย์ในพืช

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุประเภทของสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น
2. ทดสอบและบอกชนิดของสารอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้
3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูทบทวนความรู้เดิมว่าพืชต้องการสารอาหารและพลังงานเช่นเดียวกับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิต โดยพืชสามารถสร้างสารอาหารได้เองผ่านการสังเคราะห์ด้วยแสง สารอาหารที่สร้าง คือ น้ำตาล และอาจถามนักเรียนว่า **พืชใช้น้ำตาลที่สร้างได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงอย่างไรบ้าง** ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า น้ำตาลที่พืชสร้างขึ้นจะถูกนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ของเซลล์ นอกจากนี้พืชยังใช้น้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอนในกระบวนการสร้างสารอินทรีย์ต่าง ๆ ในพืช

ครูให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างผลผลิตที่ได้จากพืช เช่น ผัก ผลไม้ เมล็ดถั่ว เมล็ดกาแฟ น้ํายางพารา น้ํามันหอมระเหย เป็นต้น แล้วอาจตั้งประเด็นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่หัวข้อถัดไป ดังนี้

- สารอินทรีย์ที่พบในผลผลิตต่าง ๆ ที่ยกตัวอย่างข้างต้นนั้น มีอะไรบ้าง และคิดว่าสารอินทรีย์เหล่านี้มีความจำเป็นต่อพืชอย่างไร

ครูอาจยกตัวอย่างเทศกาลกินเจเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับประเภทของสารอาหารที่ได้รับจากพืช ดังนี้

- การรับประทานอาหารจะได้รับสารอาหารทุกประเภทหรือไม่

ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยยังไม่สรุปในทันทีแต่ให้นักเรียนกลับมาตรวจสอบคำตอบหลังจากที่ได้เรียนเรื่องสารอินทรีย์ในพืชแล้ว

3.1.1 สารอินทรีย์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง

ครูนำวิดีโอหรือภาพถ่ายแสดงการเจริญเติบโตของพืชตั้งแต่เริ่มงอกออกจากเมล็ดจนเจริญเติบโตสร้างดอกและผล เพื่อสร้างความสนใจให้กับนักเรียน และอาจตั้งประเด็นถามนักเรียน ดังนี้

- เซลล์พืชมีองค์ประกอบอะไรบ้าง
- พืชต้องการสารอินทรีย์ชนิดใดบ้างในระหว่างการเจริญเติบโต

คำตอบของนักเรียนอาจมีได้หลากหลายแต่ทั้งนี้ครูควรเชื่อมโยงให้เข้าสู่ประเด็นเกี่ยวกับเซลล์ซึ่งเป็นหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้รูป 3.1 ในหนังสือเรียน เพื่อให้นักเรียนพิจารณาองค์ประกอบพื้นฐานของเซลล์และควรสรุปได้ว่าทุกเซลล์จะประกอบไปด้วยสารอินทรีย์หลัก ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด กรดนิวคลีอิก ดังนั้นสารอินทรีย์กลุ่มนี้จึงเป็นสารที่พบได้ในพืชทุกชนิด จากนั้นครูอาจตั้งคำถามถามนักเรียนว่า พืชแต่ละชนิดจะมีการสะสมสารอินทรีย์ต่าง ๆ ในกลุ่มนี้ในปริมาณที่แตกต่างกันหรือไม่ เพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม 3.1 การทดสอบสารอาหารในพืช



กิจกรรม 3.1 การทดสอบสารอาหารในพืช

จุดประสงค์

1. ระบุวิธีการทดสอบสารอาหารประเภทต่าง ๆ ที่สะสมอยู่ในพืช
2. บอกชนิดของสารอาหารที่สะสมอยู่ในพืช
3. เปรียบเทียบปริมาณสารอาหารที่สะสมในแต่ละอวัยวะของพืชชนิดต่าง ๆ ที่นำมาทดสอบ

เวลาที่ใช้ (โดยประมาณ) 60 นาที

การเตรียมล่วงหน้า

ครูควรให้นักเรียนเตรียมตัวอย่างพืชมาล่วงหน้าเพื่อใช้ในการทดลอง ทั้งนี้ครูอาจเตรียมตัวอย่างพืชมาด้วยเพื่อให้มีตัวอย่างพืชที่ครอบคลุมสารอาหารทุกประเภทที่จะทดสอบ เช่น

- ตัวอย่างพืชที่นำมาทดสอบแป้ง เช่น มันเทศ ฟักทอง ข้าวโพด ข้าวเจ้า
- ตัวอย่างพืชที่นำมาทดสอบโปรตีน เช่น ถั่วลิสง ถั่วเหลือง
- ตัวอย่างพืชที่นำมาทดสอบลิพิด เช่น เนื้อมะพร้าวแก่ ถั่วลิสง งาดำ งาขาว

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

1. ครูอาจแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม เพื่อให้ทดสอบสารอาหารแต่ละประเภทประเภทละ 2 กลุ่ม แล้วจึงนำผลการทดลองมาสรุปและอภิปรายร่วมกัน
2. กิจกรรมนี้มีการทดสอบสารอาหารทั้งหมด 3 ประเภท ซึ่งในแต่ละการทดสอบใช้ระยะเวลาไม่เท่ากัน ดังนั้นครูควรให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนผังงาน (flow chart) เพื่อวางแผนการดำเนินกิจกรรม และออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองในแต่ละการทดสอบก่อนเริ่มทำกิจกรรม

- 3. สำหรับสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตเลือกทดสอบเฉพาะแป้ง ส่วนการทดสอบน้ำตาลโดยใช้สารละลายเบเนดิกต์ไม่ได้ทดสอบเพื่อลดเวลาในการทำการทดลองแต่ให้นักเรียนอภิปรายหลังการทดลองโดยใช้ประสบการณ์ของนักเรียนเกี่ยวกับความหวานของพืชเพื่อประมาณปริมาณน้ำตาลที่พืชแต่ละชนิดสร้างและสะสมไว้
- 4. หากมีตัวอย่างพืชที่นำมาทดสอบหลายชนิดควรแบ่งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันเตรียมของเหลวจากตัวอย่างพืชแต่ละชนิดและใช้ร่วมกัน โดยตัวอย่างพืชบางประเภทที่นำมาทดสอบ เช่น ถั่วแดง ถั่วลิสง ควรแช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อให้ตัวอย่างพืชนิ่มและง่ายต่อการบด

ผลการทดสอบ

สำหรับผลการทดสอบสารอาหารแต่ละประเภท เป็นดังนี้

การทดสอบ	ผลการเปลี่ยนแปลง
แป้ง	สารละลายไอโอดีนซึ่งมีสีน้ำตาลอ่อนจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินแกมม่วง
โปรตีน	สารละลายไบยูเรตซึ่งมีสีฟ้าจะเปลี่ยนเป็นสีม่วง
ลิพิด	กระดาษขาวที่ทึบแสงเปลี่ยนเป็นโปร่งแสง

หมายเหตุ หากต้องการทดสอบกับตัวอย่างพืชที่มีการสะสมน้ำตาล (ประเภท reducing sugar เช่น กลูโคส ฟรักโทส) โดยใช้สารละลายเบเนดิกต์ จะสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลาย ดังนี้ เมื่อต้มให้ความร้อน สารละลายจะเปลี่ยนจากสีฟ้าเกิดเป็นตะกอนสีส้มหรือสีแดงอิฐ โดยสีของสารละลายอาจเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง หรือสีเหลืองได้หากปริมาณน้ำตาลที่สะสมอยู่น้อย

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

สารที่นำมาทดสอบ	การทดสอบแป้ง ด้วยสารละลาย ไอโอดีน (สีน้ำตาลอ่อนเป็น สีน้ำเงินแกมม่วง)	การทดสอบ โปรตีนด้วยสาร ละลายไบยูเรต (สีฟ้าเป็นสีม่วง)	การทดสอบลิพิด โดยถุบนกระดาษ ขาว (กระดาษมีความ โปร่งแสงขึ้น)
1. น้ำ	-	-	-
2. น้ำแป้งมัน (0.25%)	+++++	ไม่ได้ทดสอบ	ไม่ได้ทดสอบ
3. นมจืด	ไม่ได้ทดสอบ	+++++	ไม่ได้ทดสอบ
4. น้ำมันพืช	ไม่ได้ทดสอบ	ไม่ได้ทดสอบ	+++++
5. ฟักทอง	+	-	-
6. ขิง	+	-	-
7. แครอท	+	-	-
8. ข้าวสุก	+++	-	-
9. ข้าวโพดข้าวเหนียว	+++	+	-
10. ข้าวโพดหวาน	+++	+	-
11. มันเทศ	++	-	+
12. มันฝรั่ง	+	-	+
13. เนื้อมะพร้าวแก่	-	++	++
14. ถั่วแดงหลวง	+++	-	++
15. ถั่วลิสง	+++	+++	+++
16. งา	-	-	++++

หมายเหตุ

เครื่องหมาย - คือ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น (เช่น ไม่เปลี่ยนสี หรือกระดาษไม่โปร่งแสง)

เครื่องหมาย + คือ มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น (+ น้อย +++ ปานกลาง +++++ มาก)

อภิปรายและสรุปผล

หลังทำกิจกรรม 3.1 แล้ว ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดสอบที่ได้ และอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับการสะสมสารอาหารแต่ละประเภทของพืช โดยควรได้ข้อสรุปว่าพืชจะสะสมแป้ง น้ำตาล โปรตีน ลิพิด ที่อวัยวะต่าง ๆ ในปริมาณที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ครูควรเพิ่มประเด็นอภิปรายในกรณีที่ผลการทดสอบไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เพื่อให้เข้าใจว่าในกรณีนี้ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าพืชที่นำมาทดสอบไม่มีสารอาหารประเภทนั้น ๆ เพราะอาจมีในปริมาณที่น้อยมาก ซึ่งไม่สามารถทดสอบด้วยวิธีการในกิจกรรม 3.1 นี้ได้

เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม



ชิ้นส่วนพืชแต่ละชนิดที่นำมาทดสอบมีสารอาหารที่สะสมอยู่ในปริมาณที่แตกต่างกันหรือไม่ ทราบได้อย่างไร



แตกต่างกัน เนื่องจากตัวอย่างพืชที่นำมาทดสอบมีน้ำหนักเท่ากันทุกตัวอย่าง จึงสามารถเปรียบเทียบปริมาณของสารอาหารที่สะสมในแต่ละตัวอย่างพืชได้โดยประมาณ ซึ่งพิจารณาจากความเข้มของสีที่เปลี่ยนแปลง ถ้าความเข้มของสีมากแสดงว่ามีปริมาณสารอาหารประเภทนั้นสะสมอยู่มาก แต่การทดสอบอาจได้ผลที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับตัวอย่างพืช



เพราะเหตุใดจึงต้องใช้น้ำแป้งมัน นมจืด และน้ำมันพืชในการทดสอบแป้ง โปรตีน และลิพิด ตามลำดับ



เพราะการใช้น้ำแป้งมัน นมจืด และน้ำมันพืช เป็นการทำ positive control เพื่อยืนยันผลการทดสอบของตัวอย่างพืชแต่ละชนิดว่ามีแป้ง โปรตีน และลิพิดตามลำดับ



เพราะเหตุใดในการทดลองนี้จึงต้องใช้น้ำในการทดสอบด้วย



เพราะการใช้น้ำเพื่อเป็น negative control ทำให้เปรียบเทียบได้ว่าผลการทดสอบที่ได้ควรจะเป็นเช่นไรหากไม่มีสารอาหารประเภทนั้น ๆ

จากนั้นครูให้นักเรียนเชื่อมโยงถึงการอภิปรายในตอนต้นเกี่ยวกับสารอินทรีย์ที่พบได้ในผลผลิตจากพืชที่นักเรียนและครูร่วมกันยกตัวอย่างข้างต้น เช่น เมล็ดกาแฟ น้ำยางพารา น้ำมันหอมระเหย โดยอาจตั้งประเด็นให้อภิปรายว่า นักเรียนคิดว่าสารอินทรีย์เหล่านี้สามารถพบได้ในพืชทุกชนิดหรือไม่ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่หัวข้อถัดไป

3.1.2 สารอินทรีย์ที่ไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง

ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่าในพืชบางชนิดยังมีสารอินทรีย์อื่น ๆ ที่ไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตโดยตรง เช่น สารคาเฟอีนที่พบในกาแฟ น้ำยางจากต้นยางพารา หรือกลิ่นหอมของดอกไม้บางชนิด แต่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืช ช่วยให้มันมีชีวิตรอด หรือช่วยแพร่กระจายพันธุ์ได้ดี และครูชี้ให้เห็นว่ามนุษย์มีการนำสารอินทรีย์กลุ่มนี้มาใช้ประโยชน์ในหลายด้าน จากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารอินทรีย์ที่ไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรงซึ่งมนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ แล้วให้นักเรียนทำกิจกรรม 3.2 การใช้ประโยชน์จากสารอินทรีย์บางชนิดที่พืชสร้างขึ้น



กิจกรรม 3.2 การใช้ประโยชน์จากสารอินทรีย์บางชนิดที่พืชสร้างขึ้น

จุดประสงค์

สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสารอินทรีย์ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้น

เวลาที่ใช้ (โดยประมาณ) 40 นาที

แนวการจัดกิจกรรม

- ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนตามประเภทของการใช้ประโยชน์ เช่น
 - ด้านเภสัชกรรม เช่น สมุนไพรที่มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียหรือไวรัส สมุนไพรที่ช่วยลดการอักเสบ ตัวอย่างพืชสมุนไพร เช่น ฟ้ายะลวยโจร มะตูม บัวบก ขมิ้น เป็นต้น
 - ด้านอุตสาหกรรม เช่น น้ำยางพาราที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตยางรถยนต์ ถูมือยางหรือยางรัด เป็นต้น
 - ด้านเกษตรกรรม เช่น สมุนไพรควบคุมแมลงศัตรูพืช ตัวอย่างพืชสมุนไพร เช่น สะเดาอินเดีย กระเทียม ตะไคร้หอม เป็นต้น
- จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อมานำเสนอในรูปแบบที่น่าสนใจในคาบเรียนถัดไป โดยครูควรแนะนำแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ให้นักเรียนเพื่อใช้เป็นแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ เช่น ห้องสมุด องค์การเภสัชกรรม กองพัฒนายาแผนไทยและสมุนไพร สถาบันวิจัยยางพารา โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ เป็นต้น หรืออาจค้นหาข้อมูลจากเว็บไซต์ของแหล่งเรียนรู้ข้างต้น

หลังจากได้เรียนเกี่ยวกับสารอินทรีย์ในพืชแล้ว ครูให้นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจเพื่อสรุปความรู้ที่ได้เรียนรู้มา



เฉลยตรวจสอบความเข้าใจ



ในช่วงที่รับประทานอาหารเช้า เพื่อให้ได้สารอาหารทุกประเภท จะแนะนำให้เลือกบริโภคอาหารที่ทำมาจากพืชหรือผลผลิตของพืชชนิดใดบ้าง พร้อมทั้งให้ระบุสารอาหารหลักที่ได้จากพืชหรือผลผลิตของพืชชนิดนั้น ๆ ด้วย



ควรแนะนำให้เลือกบริโภคอาหารเช้าที่ปรุงมาจากพืชที่หลากหลายเพื่อให้ได้สารอาหารทุกประเภท ตัวอย่างเช่น

- พืชจำพวกถั่ว เช่น ถั่วลิสง ถั่วเหลือง มีสารอาหารหลักประเภทโปรตีนและลิพิด
- ข้าว ข้าวโพด มันฝรั่ง มันเทศ มีสารอาหารหลักประเภทคาร์โบไฮเดรต
- ผักและผลไม้ต่าง ๆ มีสารอาหารประเภทวิตามิน



สารอินทรีย์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง และสารอินทรีย์ที่ไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง มีความสำคัญต่อพืชอย่างไร และตัวอย่างของสารอินทรีย์ในแต่ละกลุ่มมีอะไรบ้าง



สารอินทรีย์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรงจะพบได้ในพืชทุกชนิด เนื่องจากพืชจำเป็นต้องใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ตัวอย่างสารในกลุ่มนี้ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด กรดนิวคลีอิก คลอโรฟิลล์ สำหรับสารอินทรีย์ที่ไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรงจะพบได้ในพืชบางชนิด เนื่องจากไม่ได้ส่งผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่มีผลต่อการดำรงชีวิตของพืชบางชนิดทำให้พืชรอดชีวิต หรือช่วยให้แพร่กระจายพันธุ์ได้ดี ตัวอย่างสารในกลุ่มนี้ เช่น น้ำมันหอมระเหย น้ำยาง สารคาเฟอีน

แนวการวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

- สารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นซึ่งมีทั้งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง และไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง รวมทั้งการนำสารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ จากการอภิปราย การสืบค้นข้อมูล การทำกิจกรรมกลุ่ม และการตอบคำถาม ตรวจสอบความเข้าใจ และการทำแบบฝึกหัด

ด้านทักษะ

- การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การลงความเห็นข้อมูล การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ จากการทำกิจกรรม และการตอบคำถาม
- การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา จากการอภิปราย
- การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ จากการสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอข้อมูล

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

- ความอยากรู้อยากเห็น การใช้วิจารณญาณ ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์ ความใจกว้าง การยอมรับความเห็นต่าง ความซื่อสัตย์ ความมุ่งมั่นอดทน ความรอบคอบ และวิสัยทัศน์ จากการทำกิจกรรมและการมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน โดยประเมินตามสภาพจริงระหว่างเรียน

3.2 ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุและอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของพืช
2. ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
3. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นเพื่อนำมาใช้ในการเกษตรและเพิ่มผลผลิตของพืชและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยอาจยกตัวอย่างการทดลองปลูกไม้ผลเมืองหนาวของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน อาจแสดงวีดิทัศน์เกี่ยวกับสถานีเกษตรหลวงอ่างขางหรือเตรียมข้อมูลที่น่าสนใจได้จากแผ่นพับวิชาการและวารสารอ่างขาง ซึ่งสืบค้นได้จากเว็บไซต์ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

ครูอาจใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายดังนี้



บทความ

- นักเรียนเคยปลูกพืชอะไรบ้าง
- นักเรียนดูแลพืชที่ปลูกนั้นอย่างไร
- มีปัจจัยใดที่พืชต้องการเพื่อเจริญเติบโตได้อย่างเหมาะสม

คำตอบของนักเรียนส่วนใหญ่น่าจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยภายนอกซึ่งนักเรียนได้เคยเรียนรู้มาบ้างแล้ว เช่น แสง น้ำ ธาตุอาหาร อากาศ เป็นต้น โดยครูเน้นให้นักเรียนเห็นว่าปัจจัยต่าง ๆ เหล่านั้นล้วนเป็นปัจจัยที่พืชได้รับจากสิ่งแวดล้อมภายนอก

ครูใช้ภาพพืชที่เจริญเติบโตในแต่ละสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น พืชที่เติบโตได้ดีในป่าเขตร้อน และพืชที่เติบโตได้ดีในทะเลทราย เพื่อทบทวนเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่พืชต้องการเพื่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิต โดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า จากภาพนักเรียนคิดว่าสภาพแวดล้อมมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ อย่างไร และปัจจัยใดบ้างที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม 3.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช



กิจกรรม 3.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

จุดประสงค์

ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

เวลาที่ใช้ (โดยประมาณ) 60 นาที

การเตรียมล่วงหน้า

ครูอาจกำหนดชนิดพืชที่จะให้นักเรียนศึกษาเองและเตรียมต้นพืชดังกล่าวที่เจริญเติบโตมาระยะหนึ่งให้นักเรียนนำไปศึกษา หรือครูอาจให้นักเรียนเริ่มต้นปลูกพืชไว้ล่วงหน้าโดยเลือกพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้เร็ว เช่น ถั่วเขียว ผักบุ้ง หอมแดง ข้าว ข้าวโพด เป็นต้น จากนั้นให้นักเรียนเริ่มปลูกก่อนล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ หรือตั้งแต่เริ่มเรียนในบทนี้ โดยให้ได้รับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เหมือนกัน ทั้งนี้ครูอาจปลูกพืชสำรองไว้ด้วยเช่นกัน

แนวการจัดกิจกรรม

1. ครูแบ่งนักเรียนทำการทดลองแต่ละปัจจัย ปัจจัยละ 2 กลุ่ม โดยให้ทำการทดลองกับพืชชนิดเดียวกัน

หมายเหตุ หากต้องการศึกษาปัจจัยอื่นเพิ่มเติม เช่น ธาตุอาหาร อาจแบ่งนักเรียนเป็น 6 กลุ่มเพื่อให้นักศึกษาปัจจัยละ 2 กลุ่ม และนำผลมาอภิปรายร่วมกัน

2. หลังจากนั้นครูทบทวนแนวทางในการทำการศึกษและการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เช่น หากต้องการศึกษาปริมาณน้ำที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด จำเป็นต้องควบคุมปัจจัยภายนอกอื่น ๆ ที่พืชได้รับให้เหมือนกัน เช่น แสง ธาตุอาหาร ปริมาณดิน ภาชนะปลูก เป็นต้น
3. ครูให้นักเรียนช่วยกันออกแบบวิธีการศึกษา โดยเขียนเป็นผังงาน รวมถึงออกแบบตารางบันทึกผลการศึกษา และนำเสนอวิธีการดังกล่าวต่อครูก่อนเริ่มปฏิบัติการ
4. นักเรียนทำการทดลองตามผังงาน จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลที่ได้และอภิปรายร่วมกัน

อภิปรายและสรุปผล

ผลการศึกษาที่ได้ควรมีแนวโน้มที่แสดงให้เห็นว่าถึงแม้จะเป็นพืชชนิดเดียวกัน แต่อยู่ในสภาพแวดล้อมต่างกัน การเจริญเติบโตอาจแตกต่างกัน และนักเรียนควรสรุปได้ว่าการเจริญเติบโตของพืชเกี่ยวข้องกับการได้รับปัจจัยจากสภาพแวดล้อมภายนอกที่เหมาะสม

3.2.1 ปัจจัยภายนอก

หลังจากทำกิจกรรม 3.3 แล้ว ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกอื่น ๆ นอกเหนือจากที่ทำในกิจกรรม เช่น แสง อุณหภูมิ คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน ศัตรูพืช จากนั้นให้อภิปรายและสรุปร่วมกันเกี่ยวกับความสำคัญของปัจจัยภายนอกแต่ละปัจจัยซึ่งมีผลต่อการดำรงชีวิตของพืช แล้วให้นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ



เฉลยชวนคิด

เพราะเหตุใดจึงไม่ควรปลูกพืชไว้ในห้องนอน



พืชต้องใช้พลังงานจากการหายใจระดับเซลล์ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในเวลากลางวัน พืชมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงกว่าอัตราการหายใจ จึงผลิตออกซิเจนมากกว่า คาร์บอนไดออกไซด์ พืชจึงปล่อยออกซิเจนสู่ภายนอก ส่วนในเวลากลางคืนพืชไม่มีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงแต่ยังคงมีการหายใจระดับเซลล์ พืชจึงปล่อย คาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ภายนอก ดังนั้นในปัจจุบันที่ห้องนอนส่วนใหญ่นิยมใช้เครื่องปรับอากาศ จึงทำให้มีการถ่ายเทอากาศระหว่างภายในและภายนอก ห้องนอนค่อนข้างน้อย การปลูกต้นไม้ในห้องนอนจึงทำให้เกิดการสะสมของ คาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นได้ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อร่างกายหากได้รับคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณมาก



เฉลยตรวจสอบความเข้าใจ



การปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรพอนิกส์เป็นการปลูกพืชในสารละลายโดยไม่ใช้ดิน ต้องมีการควบคุมปัจจัยภายนอกใดบ้าง เพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างเหมาะสม



ในการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรพอนิกส์ต้องควบคุมปัจจัยภายนอกต่าง ๆ ให้เหมาะสม เช่นเดียวกับการปลูกพืชโดยใช้ดิน เช่น ควบคุมปริมาณแสง อุณหภูมิ น้ำ และธาตุอาหารให้เหมาะสมต่อชนิดของพืชที่ปลูก ซึ่งการปลูกพืชโดยวิธีนี้ ธาตุอาหารจะอยู่ในรูปสารละลายซึ่งจะต้องมีการควบคุมค่า pH ของสารละลายให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมที่พืชจะสามารถนำไปใช้ได้ และต้องควบคุมการไหลเวียนของออกซิเจนให้กับรากพืชด้วย นอกจากนี้ต้องมีการควบคุมและป้องกันศัตรูพืชที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตของพืชได้

แนวการวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

- ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช จากการสืบค้นข้อมูล และการทำกิจกรรมกลุ่มในการออกแบบการทดลอง ทดลอง และรายงานผลการทดลอง

ด้านทักษะ

- การสังเกต การวัด การหาความสัมพันธ์ของสเปกกับเวลา การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา และความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำจากการทำกิจกรรม และการอภิปราย
- การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ จากการสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอข้อมูล

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

- ความอยากรู้อยากเห็น การใช้วิจารณ์ญาณ ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์ ความใจกว้าง การยอมรับความเห็นต่าง ความซื่อสัตย์ ความมุ่งมั่นอดทน ความรอบคอบ และ วัตถุวิสัย จากการทำกิจกรรมและการมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน โดยประเมินตามสภาพจริงระหว่างเรียน

3.2.2 ปัจจัยภายใน

ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า นอกจากปัจจัยภายนอกแล้วพืชยังต้องการฮอร์โมนพืชซึ่งสร้างขึ้นเพื่อควบคุมการเจริญเติบโตในระยะต่าง ๆ ฮอร์โมนที่พืชสร้างขึ้นนี้จัดเป็นปัจจัยภายใน ครูตั้งประเด็นเพื่อให้ นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อนำเข้าสู่เรื่องฮอร์โมนพืช โดยตัวอย่างคำถามอาจเป็น ดังนี้

- นักเรียนเคยสังเกตต้นพืชที่ปลูกไว้ริมระเบียงหรือริมหน้าต่างหรือไม่ว่ามีลักษณะอย่างไร
- นักเรียนเคยเด็ดยอดกะเพรา กระถิน มาเพื่อรับประทานหรือไม่ เมื่อเวลาผ่านไปบริเวณยอดที่ถูกเด็ดมีลักษณะเป็นอย่างไร
- นักเรียนเคยบ่มผลไม้หรือไม่ และใช้วิธีการใดในการบ่ม

คำถามเหล่านี้ นักเรียนอาจตอบได้หลากหลายตามประสบการณ์ของนักเรียน ซึ่งครูยังไม่สรุปคำตอบของนักเรียน แต่ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับฮอร์โมนพืชในหนังสือเรียน แล้วจึงมาร่วมกันอภิปรายในคำถามข้างต้นอีกครั้งว่ามีฮอร์โมนพืชใดบ้างที่เกี่ยวข้อง จากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับฮอร์โมนพืชประเภทต่าง ๆ ซึ่งพืชสร้างขึ้นในปริมาณน้อย แต่มีผลควบคุมกระบวนการต่าง ๆ ในการเจริญเติบโตของพืชได้ และปัจจุบันนี้มีการสังเคราะห์สารควบคุมการเจริญเติบโตโดยเลียนแบบฮอร์โมนพืชเหล่านี้เพื่อใช้ประโยชน์ในทางการเกษตร ครูอาจนำวิดีโอที่เกี่ยวกับการใช้สารดังกล่าวในการเกษตรมาให้นักเรียนดูเพื่อกระตุ้นความสนใจ ซึ่งสามารถค้นหาวีดิทัศน์ได้จากแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ โดยใช้ข้อความว่า “การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช” จากนั้นจึงให้นักเรียนทำกิจกรรม 3.4



กิจกรรม 3.4 การใช้สารสังเคราะห์ที่มีสมบัติคล้ายฮอร์โมนพืชในทางการเกษตร

จุดประสงค์

สืบค้นข้อมูลและนำเสนอเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่สังเคราะห์ขึ้นเพื่อใช้ในการเกษตร

เวลาที่ใช้ (โดยประมาณ) 60 นาที

แนวการจัดกิจกรรม

ในการทำกิจกรรมนี้ครูควรแนะนำให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น จากร้านค้าทางการเกษตร หรือจากสื่อวีดิทัศน์ที่ทางหน่วยงานที่น่าเชื่อถือจัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่ความรู้

ตัวอย่างการใช้สารสังเคราะห์ที่มีสมบัติคล้ายฮอร์โมนพืชแต่ละชนิดในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของพืช อาจเป็นดังนี้

ระยะเมล็ด

- ใช้จิบเบอเรลลิน หรือใช้เอทิลฟอนในปริมาณที่เหมาะสมแช่เมล็ดเพื่อช่วยกระตุ้นการงอกของเมล็ดให้เร็วขึ้น และมีสัดส่วนของเมล็ดที่งอกมากขึ้น

ระยะที่เจริญเป็นต้น

- ใช้สารสังเคราะห์ที่มีสมบัติคล้ายออกซิน เช่น IBA NAA ช่วยในการเร่งการเกิดรากของกิ่งตอนหรือกิ่งปักชำ
- ใช้สารสังเคราะห์ที่มีสมบัติคล้ายไซโทไคนิน เช่น BA ในการเร่งการเจริญเติบโตของตาหลังจากการขยายพันธุ์กุหลาบด้วยการติดตา ทำให้ตาเจริญเป็นกิ่งได้เร็วขึ้น
- ใช้สารสังเคราะห์ที่มีสมบัติคล้ายจิบเบอเรลลิน ในการกระตุ้นการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของอ้อย
- หยอดถ่านแก๊สลงที่บริเวณยอดสับประรดซึ่งมีน้ำค้างในช่วงเช้ามืดเพื่อกระตุ้นให้ออกดอกพร้อมกัน และเก็บเกี่ยวผลผลิตปริมาณมากได้พร้อมกัน

- ใช้สารสังเคราะห์ที่มีสมบัติคล้ายจิบเบอเรลลินฉีดพ่นบริเวณยอดในระยะต้นกล้าจะ ชักนำการเกิดดอกเพศผู้ของต้นแตงกวา
- ใช้เอทิลพอนกับแตงกวาพันธุ์ที่ให้ทั้งดอกเพศผู้และดอกเพศเมียในต้น จะช่วยกระตุ้นให้ เกิดดอกเพศเมียเร็วขึ้น ทำให้ติดผลได้มากยิ่งขึ้น

ระยะที่เจริญออกดอก

- ใช้สารสังเคราะห์ที่มีสมบัติคล้ายออกซิน ได้แก่ 4-CPA (4-chlorophenoxy acetic acid) ฉีดพ่นที่ช่อดอกวงค์มะเขือ เช่น มะเขือเทศ มะเขือยาว เพื่อชะลอการหลุดร่วงของดอก เพิ่มการติดผล
- ใช้จิบเบอเรลลินเพื่อช่วยเพิ่มความยาวก้านดอกกุหลาบ ทำให้มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น

ระยะที่เจริญติดผล

- ใช้สารสังเคราะห์ที่มีสมบัติคล้ายออกซิน ได้แก่ NAA พ่นช่อผลกลางสาตที่เริ่มเปลี่ยนสี จากสีเขียวเป็นสีเหลือง จะลดการหลุดร่วงของผลได้ดี
- ใช้จิบเบอเรลลินพ่นที่ช่อดอกขององุ่นบางสายพันธุ์เพื่อกระตุ้นให้ช่อยาว โปรง ทำให้ ผลมีขนาดใหญ่ขึ้น และลดการร่วงและการเน่าเสีย
- ใช้เอทิลพอนฉีดพ่นในช่อผลลองกองที่เริ่มเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเพื่อให้ เปลี่ยนสีได้สม่ำเสมอและเร็วขึ้น
- ใช้เอทิลพอนช่วยในเรื่องการเปลี่ยนสีผิวของส้มให้มีสีเหลืองสม่ำเสมอทั้งผล
- ใช้ถ่านแก๊สเร่งการสุกของผลไม้ที่บ่มได้ เช่น มะม่วง กัลย ขนุน ทุเรียน มะเขือเทศ โดยเก็บผลไม้เหล่านี้ในขณะที่แก่แล้วแต่ผลยังไม่สุก เพื่อลดความเสียหายของผลผลิต ระหว่างเก็บเกี่ยว แล้วจึงนำมาบ่มด้วยถ่านแก๊ส ทำให้เร่งการสุกของผลไม้



บทความ



บทความ



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

เอทิลีนกับการร่วง

เอทิลีนควบคุมการหลุดร่วงของ ใบ ดอก และผล โดยออกซินมีส่วนในการลดอิทธิพลของเอทิลีน แต่อย่างไรก็ตามหากความเข้มข้นของออกซินสูงมากจะกลับมากกระตุ้นการสร้างเอทิลีนมากขึ้น และส่งผลให้ยังมีการหลุดร่วงของส่วนต่าง ๆ ของพืช ดังนั้นเกษตรกรจึงอาจใช้ ออกซินความเข้มข้นสูงเมื่อต้องการเร่งการร่วงของผลอ่อนในพืชบางชนิด เช่น ฝ้าย เซอร์ วอลนัต เพื่อลดจำนวนผลไม่ให้ติดผลเพิ่มอีก

นอกจากนี้ยังมีการใช้สารที่ช่วยในการยับยั้งการทำงานของเอทิลีน เพื่อชะลอการหลุดร่วงของส่วนต่าง ๆ ของพืชอีกด้วย

หลังจากได้เรียนเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ครูให้นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจเพื่อสรุปความรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้อีก



เฉลยตรวจสอบความเข้าใจ



สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชคืออะไร มีความสำคัญต่อพืชอย่างไร



สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช คือสารที่มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช มีผลควบคุมกระบวนการต่าง ๆ ในการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งมีทั้งฮอร์โมนพืชที่พืชสร้างเอง และสารที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น



สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช มีการนำไปใช้ประโยชน์ในทางการเกษตรอย่างไรบ้าง



คำถามนี้อาจตอบได้หลากหลาย เช่น มีการนำสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชไปใช้เพื่อกระตุ้นหรือส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช หรืออาจใช้เพื่อชะลอหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช หรืออาจใช้เพื่อกำจัดวัชพืชบางชนิด

แนวการวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

- สารสังเคราะห์ที่มีผลต่อการควบคุมการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตของพืช จากการสืบค้นข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ และการทำแบบฝึกหัด

ด้านทักษะ

- การสังเกต การจำแนกประเภท การลงความเห็นจากข้อมูล และความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ จากการทำกิจกรรม
- การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ จากการสืบค้นข้อมูลและการนำเสนอข้อมูล

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

- ความอยากรู้อยากเห็น จากการทำกิจกรรมและการมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน โดยประเมินตามสภาพจริงระหว่างเรียน

3.3 การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้า

จุดประสงค์การเรียนรู้

อธิบายการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิต

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยอาจใช้ภาพในหนังสือเรียนซึ่งเป็นภาพพวงชมพูที่เลื้อยคลุมไปตามหลังคาและกำแพงเพื่อกระตุ้นความสนใจ และให้นักเรียนยกตัวอย่างพืชชนิดอื่น ๆ ที่รู้จักซึ่งมีการเลื้อยพันโครงสร้างต่าง ๆ แบบพวงชมพู เพื่อนำเข้าสู่เรื่องการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้า

ครูอาจเตรียมภาพการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าแบบต่าง ๆ หรือให้นักเรียนร่วมกันยกตัวอย่างการตอบสนองของพืชที่เคยสังเกตเห็น หรือให้ทำกิจกรรมเสนอแนะ เรื่อง การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้า

จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันจัดกลุ่มประเภทของการตอบสนองของพืช พร้อมทั้งอภิปรายเกี่ยวกับความสำคัญของการตอบสนองของพืชต่อการดำรงชีวิต ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันแล้วกลับมาตรวจสอบการจัดกลุ่มของนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยอาจใช้คำถามว่า **นักเรียนใช้เกณฑ์อะไรในการจัดรูปแบบของการตอบสนองของพืช** จากนั้นครูและนักเรียนจึงร่วมกันสรุปรูปแบบของการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าซึ่งแบ่งตามความสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้าเป็น 2 รูปแบบ คือ แบบที่มีทิศทางสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า และแบบที่มีทิศทางไม่สัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า



กิจกรรมเสนอแนะ การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้า

จุดประสงค์

ระบุและจำแนกประเภทของการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้า

แนวการจัดกิจกรรม

ครูให้นักเรียนเตรียมภาพถ่ายหรือภาพวาดที่แสดงถึงการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้ามาคนละอย่างน้อย 1 ภาพ เพื่อนำมาใช้อภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน

หลังจากได้เรียนเกี่ยวกับการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้า ครูให้นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจเพื่อสรุปความรู้ที่ได้เรียนรู้มา



เฉลยตรวจสอบความเข้าใจ



การที่พวงชมพูเลื้อยพันไปตามหลังคา กำแพง หรือโครงสร้างต่าง ๆ ได้นั้นเป็น การตอบสนองของพืชในรูปแบบใด



การเลื้อยพันของต้นพวงชมพูไปตามหลังคา กำแพง หรือโครงสร้างต่าง ๆ เป็นตอบสนอง ต่อการสัมผัสซึ่งเป็นการตอบสนองของพืชที่มีทิศทางสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า

แนวการวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

- การตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของพืช พร้อมทั้ง ยกตัวอย่างประกอบ จากการอภิปราย และการทำแบบฝึกหัด

ด้านทักษะ

- การสังเกต การจำแนกประเภท การลงความเห็นข้อมูล จากการตอบคำถามและอภิปราย ในชั้นเรียน
- การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ จากการสืบค้นข้อมูล และการตอบคำถาม

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

- ความอยากรู้อยากเห็น จากการมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน โดยประเมินตามสภาพจริง ระหว่างเรียน



เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 3

- ยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากสารอินทรีย์ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้นในด้านเภสัชกรรม เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม อย่างน้อยด้านละ 1 ตัวอย่าง



ด้าน	ตัวอย่างพืช	ตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์
เภสัชกรรม	ฟ้าทะลายโจร มะตูม บัวบก ขมิ้น	- มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียบางชนิด - ช่วยลดการอักเสบ
เกษตรกรรม	สะเดาอินเดีย กระเทียม ตะไคร้หอม	ควบคุมแมลงศัตรูพืชบางชนิด
อุตสาหกรรม	ยางพารา	นำน้ำยางมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์จากยางต่าง ๆ เช่น ยางรถยนต์ ถังมียาง รองเท้า ยางรัด เป็นต้น
	ป่านศรนารายณ์ ฝ้าย	นำมาใช้ทำเครื่องนุ่งห่ม กระดาษ

- ถ้าต้องการปลูกต้นไม้ที่ระบียงของอาคารชุดซึ่งแสงแดดส่องถึงเป็นเวลาประมาณ 3 – 4 ชั่วโมงต่อวัน นักเรียนคิดว่าจะปลูกพืชชนิดใดจึงจะเหมาะสม และต้องคำนึงถึงปัจจัยใดบ้างในการเลือกชนิดพืชที่จะนำมาปลูก



นักเรียนสามารถตอบชนิดพืชได้หลากหลาย เช่น เฟิน พลูด่าง ปีกอเนี้ย ซึ่งเป็นพืชที่ต้องการแสงน้อยเพราะปัจจัยแรกสุดที่ต้องพิจารณาคือปริมาณแสงที่พืชนั้น ๆ ต้องการในแต่ละวันเป็นหลัก เนื่องจากบริเวณที่ปลูกมีปริมาณแสงเป็นปัจจัยจำกัด ในขณะที่ปัจจัยภายนอกอื่น ๆ เช่น น้ำ ธาตุอาหารเป็นปัจจัยที่สามารถควบคุมได้

- ถ้าต้องการปลูกพืชเพื่อกินใบ เช่น กะเพรา โหระพา ให้มีใบจำนวนมากและสมบูรณ์ ควรให้ปุ๋ยที่เน้นธาตุอาหารใดเป็นหลัก



ควรใส่ปุ๋ยสูตรที่เน้นธาตุไนโตรเจนเป็นหลัก เนื่องจากเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารภายในเซลล์ เช่น โปรตีน คลอโรฟิลล์ กรดเอมิโน กรดนิวคลีอิก ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการเร่งการเจริญเติบโตของใบและลำต้น

4. การใช้สารสังเคราะห์ที่มีสมบัติคล้ายฮอร์โมนพืช มีผลดีและผลเสียอย่างไร

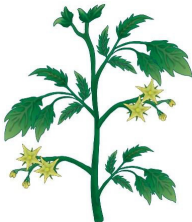
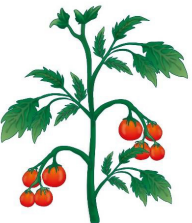


- ผลดี คือ สามารถนำไปควบคุมการเจริญเติบโตของส่วนต่างๆ ของพืช เช่น เร่งราก เร่งยอด เร่งการสุกของผลไม้ เป็นต้น และสามารถควบคุมผลผลิตได้ตามต้องการ
- ผลเสีย คือ สารสังเคราะห์ที่มีสมบัติคล้ายฮอร์โมนพืชเหล่านี้มีต้นทุนในการผลิต หากนำมาใช้ในการเกษตรต้องมีการวางแผนและคำนวณความคุ้มค่าต่อการลงทุน มิฉะนั้นอาจทำให้ไม่คุ้มทุน

5. ยกตัวอย่างการใช้สารสังเคราะห์ที่มีสมบัติคล้ายฮอร์โมนพืชแต่ละชนิดในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของพืช (สามารถยกตัวอย่างการใช้กับพืชได้หลายชนิดในแต่ละระยะการเจริญเติบโตตั้งแต่เริ่มงอกจากเมล็ดจนกระทั่งให้ดอกและติดผล)



ระยะการเจริญ	ตัวอย่างการใช้สารสังเคราะห์ที่เลียนแบบฮอร์โมนพืช
ระยะเมล็ด 	- ใช้จิบเบอเรลลิน หรือใช้เอทิลฟอนในปริมาณที่เหมาะสมแก่เมล็ดเพื่อช่วยกระตุ้นการงอกของเมล็ดให้เร็วขึ้น และมีสัดส่วนของเมล็ดที่งอกมากขึ้น
ระยะที่เจริญเป็นต้น 	- ใช้สารสังเคราะห์ที่มีสมบัติคล้ายออกซิน เช่น IBA NAA ช่วยในการเร่งการเกิดรากของกิ่งตอนหรือกิ่งปักชำ - ใช้สารสังเคราะห์ที่มีสมบัติคล้ายไซโทไคนิน เช่น BA ในการเร่งการเจริญเติบโตของตาหลังจากการขยายพันธุ์หลายด้วยการติดตา ทำให้ตาเจริญเป็นกิ่งได้เร็วขึ้น - ใช้สารสังเคราะห์ที่มีสมบัติคล้ายจิบเบอเรลลิน ในการกระตุ้นการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของอ้อย - หยอดถ่านแก๊สลงที่บริเวณยอดสับปะรดซึ่งมีน้ำค้างในช่วงเช้ามืด เพื่อกระตุ้นให้ออกดอกพร้อมกัน และเก็บเกี่ยวผลผลิตปริมาณมากได้พร้อมกัน - ใช้สารสังเคราะห์ที่มีสมบัติคล้ายจิบเบอเรลลินฉีดพ่นบริเวณยอดในระยะต้นกล้าจะชักนำการเกิดดอกเพศผู้ของต้นแตงกวา - ใช้เอทิลฟอนกับแตงกวาพันธุ์ที่ให้ทั้งดอกเพศผู้และดอกเพศเมียในต้น จะช่วยกระตุ้นให้เกิดดอกเพศเมียเร็วขึ้น ทำให้ติดผลได้มากยิ่งขึ้น

ระยะการเจริญ	ตัวอย่างการใช้สารสังเคราะห์ที่เลียนแบบฮอร์โมนพืช
ระยะที่เจริญออกดอก 	- ใช้สารสังเคราะห์ที่มีสมบัติคล้ายออกซิน ได้แก่ 4-CPA (4-chlorophenoxy acetic acid) ฉีดพ่นที่ช่อดอกวงค์มะเขือ เช่น มะเขือเทศ มะเขือยาว เพื่อชะลอการหลุดร่วงของดอก เพิ่มการติดผล - ใช้จิบเบอเรลลินเพื่อช่วยเพิ่มความยาวก้านดอกกุหลาบ ทำให้มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น
ระยะที่เจริญติดผล 	- ใช้สารสังเคราะห์ที่มีสมบัติคล้ายออกซิน ได้แก่ NAA พ่นช่อดอกกลางสาดที่เริ่มเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง จะลดการหลุดร่วงของผลได้ดี - ใช้จิบเบอเรลลินพ่นที่ช่อดอกขององุ่นบางสายพันธุ์เพื่อกระตุ้นให้ช่อยาว โปร่ง ทำให้ผลมีขนาดใหญ่ขึ้น และลดการร่วงและการเน่าเสีย - ใช้เอทิลฟอนฉีดพ่นในช่อดอกขององุ่นที่เริ่มเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเพื่อให้เปลี่ยนสีได้สม่ำเสมอและเร็วขึ้น - ใช้เอทิลฟอนช่วยในเรื่องการเปลี่ยนสีผิวของส้ม - ใช้ถ่านแก๊สเร่งการสุกของผลไม้ที่บ่มได้ เช่น มะม่วง กัลยขนุน ทูเรียน มะเขือเทศ โดยเก็บผลไม้เหล่านี้ในขณะที่ยังไม่สุก เพื่อลดความเสียหายของผลผลิตระหว่างเก็บเกี่ยว แล้วจึงนำมามอบด้วยถ่านแก๊ส ทำให้เร่งการสุกของผลไม้

6. ยกตัวอย่างการตอบสนองที่มีทิศทางสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า และการตอบสนองที่มีทิศทางไม่สัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้ามาอย่างละ 3 ตัวอย่าง และอธิบายความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืช



รูปแบบการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้า	ตัวอย่างการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้า	ตัวอย่างความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืช
การตอบสนองที่มีทิศทางสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า	การโค้งเข้าหาแสงของปลายยอดของต้นพืช	ทำให้พืชได้รับความเข้มแสงเพียงพอต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยเฉพาะในกรณีที่พืชนั้นอยู่ในบริเวณที่มีความเข้มแสงน้อย
	การเจริญของปลายรากพืชในทิศทางเดียวกับแรงโน้มถ่วง	เพื่อเจริญเข้าหาแหล่งน้ำ โดยน้ำที่อยู่ใกล้ผิวดินจะระเหยเร็วกว่าน้ำที่อยู่ในดินที่ลึกกว่า ดังนั้นการเจริญของปลายรากพืชในทิศทางเดียวกับแรงโน้มถ่วงจึงช่วยทำให้รากพืชสามารถเจริญเข้าหาน้ำที่ถูกกักเก็บไว้ในดิน
	การเลื้อยพันหลักของต้นพวงชมพู	โครงสร้างของไม้เลื้อยไม่ค่อยมีเนื้อเยื่อที่ให้ความแข็งแรง ดังนั้นการตอบสนองที่ทำให้พืชสามารถเลื้อยพันหลักจึงช่วยพยุงลำต้นให้พืชสามารถเจริญขึ้นตั้งตรงได้
การตอบสนองที่มีทิศทางไม่สัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า	การหุบของใบไมยราบเมื่อโดนสัมผัส	ป้องกันอันตรายที่อาจเกิดแก่พืชโดยลดพื้นที่ใบทำให้สังเกตได้ยาก ทำให้หนามขูขึ้นได้ชัดเจน เพื่อลดการถูกกินจากสัตว์
	การหุบและบานของดอกไม้	อาจตอบได้หลากหลายขึ้นกับชนิดของพืช เช่น ควบคุมอุณหภูมิทำให้เร่งการปฏิสนธิ

บทที่



ipst.me/7689

4

| พันธุกรรมและวิวัฒนาการ



ตัวชี้วัด

1. อธิบายหลักการถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศและมัลติเพิลแอลลีล
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม
3. อธิบายผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอต่อการแสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิต
4. สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำมิวเทนชันไปใช้ประโยชน์
5. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
6. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการ

การวิเคราะห์ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด 1. อธิบายหลักการถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศและมัลติเพิลแอลลีล จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. อธิบายหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในกรณีของมัลติเพิลแอลลีล และยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศ ซึ่งเป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล		
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. การสังเกต 2. การจำแนกประเภท 3. การใช้จำนวน 4. การลงความเห็นจากข้อมูล 5. การพยากรณ์	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 1. การสื่อสารสารสนเทศและ การรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหา 3. การสร้างสรรค์และ นวัตกรรม	จิตวิทยาศาสตร์ 1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. การใช้วิจารณญาณ 3. ความใจกว้าง
ตัวชี้วัด 2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม		
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. การสังเกต	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 1. การสื่อสารสารสนเทศและ การรู้เท่าทันสื่อ	จิตวิทยาศาสตร์ 1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. การใช้วิจารณญาณ 3. ความใจกว้าง

ตัวชี้วัด 3. อธิบายผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอต่อการแสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิต 4. สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำมิวแทนไปใช้ประโยชน์ จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. อธิบายและยกตัวอย่างมิวแทนและผลของมิวแทนต่อการแสดงลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต และยกตัวอย่างการนำมิวแทนไปใช้ประโยชน์		
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. การสังเกต 2. การลงความเห็นจากข้อมูล	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	จิตวิทยาศาสตร์ 1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. การใช้วิจารณญาณ 3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์
ตัวชี้วัด 5. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในด้านการแพทย์และเกษตรกรรม ด้านการเกษตร และด้านนิติวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งอภิปรายเกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมของการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปใช้		
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. การสังเกต 2. การลงความเห็นจากข้อมูล 3. การพยากรณ์	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	จิตวิทยาศาสตร์ 1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. การใช้วิจารณญาณ 3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์ 4. ความซื่อสัตย์ 5. ความรอบคอบ 6. ความใจกว้าง

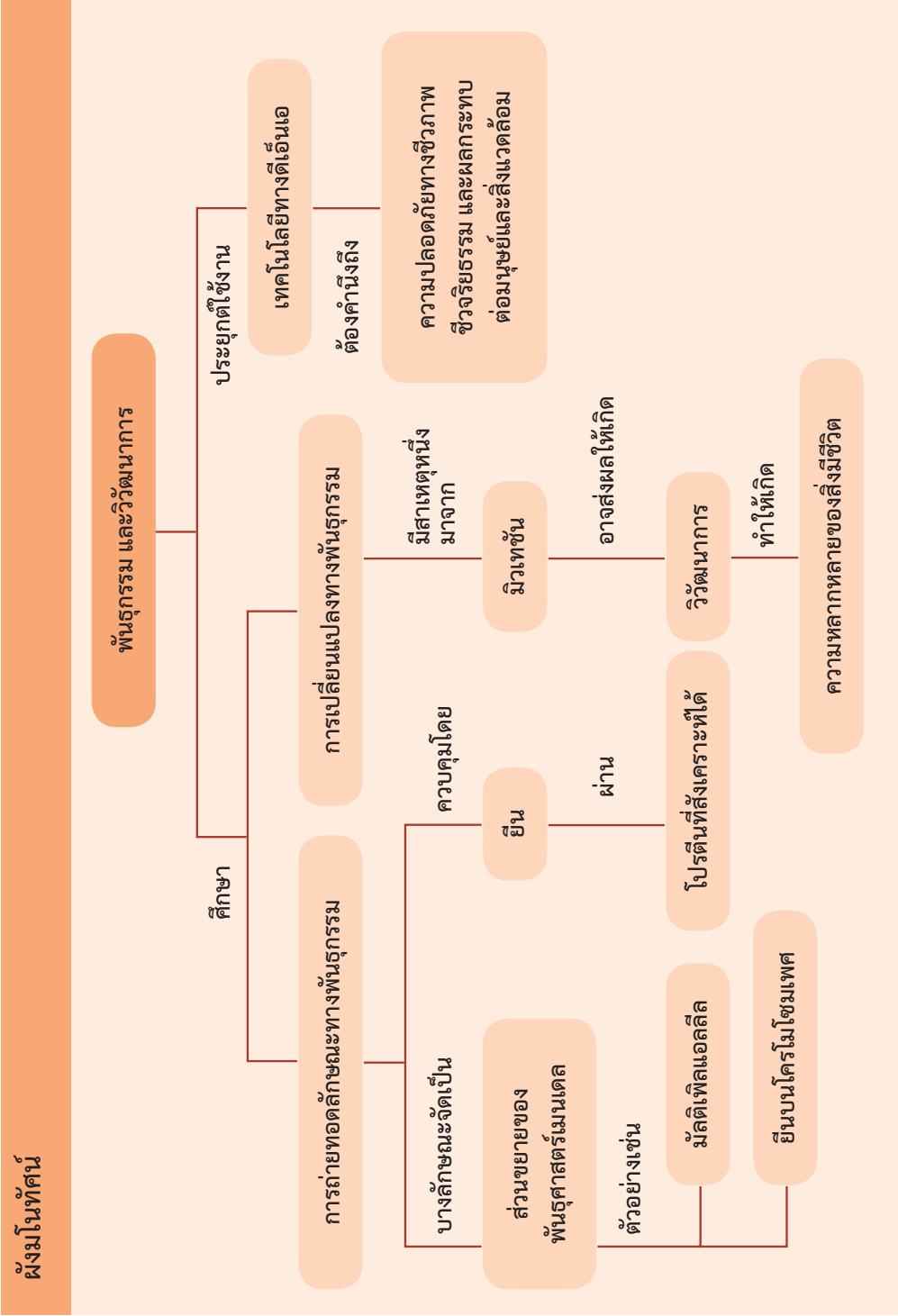
ตัวชี้วัด

6. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
2. อธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติของชาลส์ ดาร์วิน
3. อธิบายและยกตัวอย่างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. การสังเกต 2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 3. การลงความเห็นจากข้อมูล	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ	จิตวิทยาศาสตร์ 1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. การใช้วิจารณ์ญาณ 3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์
---	---	--



สาระสำคัญ

ลักษณะทางพันธุกรรมเป็นลักษณะที่สามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกและรุ่นต่อ ๆ ไปได้ ซึ่งการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมีรูปแบบที่หลากหลาย บางกรณีมีรูปแบบที่แตกต่างจากกรณีที่มีเมนเดลศึกษา เนื่องจากมีจำนวนรูปแบบแอลลีลของยีนที่แตกต่างไป หรือเป็นยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศ เป็นต้น

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเกิดผ่านยีนซึ่งเป็นช่วงของ DNA ที่อยู่บนโครโมโซม โดยลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนกำหนดลักษณะโปรตีนที่สังเคราะห์ขึ้น แอลลีลรูปแบบต่างกันจะมีลำดับนิวคลีโอไทด์ต่างกัน ทำให้ได้โปรตีนที่มีสมบัติต่างกัน

การเปลี่ยนแปลงของลำดับนิวคลีโอไทด์จัดเป็นมิวเทชัน ซึ่งอาจเกิดในระดับยีนหรือในระดับโครโมโซม มิวเทชันอาจก่อให้เกิดผลเสีย ผลดี หรือไม่ส่งผลใด ๆ ต่อสิ่งมีชีวิต ขึ้นอยู่กับว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลให้โปรตีนที่สังเคราะห์ขึ้นเปลี่ยนแปลงหรือไม่และอย่างไร มนุษย์ประยุกต์ใช้หลักการของการเกิดมิวเทชันในการชักนำให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะที่แตกต่างจากเดิมโดยการใช้รังสีและสารเคมี

มนุษย์นำความรู้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอมาประยุกต์ใช้ในหลายด้าน ทั้งด้านการแพทย์และเกษตรกรรม ด้านการเกษตร ด้านนิติวิทยาศาสตร์ และด้านอุตสาหกรรม ซึ่งการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอดังกล่าวต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบทางด้านสังคมด้วย

มิวเทชันและการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรสิ่งมีชีวิตหนึ่ง ๆ โดยธรรมชาติจะมีการคัดเลือกสมาชิกในประชากรที่มีลักษณะที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในขณะนั้น ทำให้ลักษณะดังกล่าวสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อ ๆ ไปได้ การคัดเลือกโดยธรรมชาติดังกล่าวนี้อาจเกิดขึ้นต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานหลายชั่วรุ่น จนนำไปสู่ความแตกต่างกันของประชากรในปัจจุบันกับในรุ่นบรรพบุรุษ และนำไปสู่ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในปัจจุบัน

เวลาที่ใช้

บทนี้ควรใช้เวลาสอนประมาณ 21 ชั่วโมง

4.1	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	6.0	ชั่วโมง
4.2	ยีนกับการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม	3.0	ชั่วโมง
4.3	การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	3.0	ชั่วโมง
4.4	เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ	4.0	ชั่วโมง
4.5	วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	5.0	ชั่วโมง

ความรู้ก่อนเรียน

เซลล์ โครโมโซม การแบ่งเซลล์ การสืบพันธุ์ การศึกษาของเมนเดลเกี่ยวกับรูปแบบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ความน่าจะเป็น



เฉลยตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

ให้นักเรียนใส่เครื่องหมายถูก (✓) หรือ ผิด (✗) หน้าข้อความตามความเข้าใจของนักเรียน



1. นิวเคลียสมีสารพันธุกรรมอยู่



2. เซลล์สืบพันธุ์ของมนุษย์มีโครโมโซม 22 โครโมโซม และโครโมโซมเพศ 1 โครโมโซม



3. ในการศึกษาของเมนเดลที่ผสมพันธุ์ต้นถั่วดอกสีม่วงพันธุ์แท้กับต้นถั่วดอกสีขาวพันธุ์แท้ได้ลูกที่มีดอกสีขาวทั้งหมด เมื่อนำลูกรุ่นนี้มาผสมพันธุ์กัน จะได้ต้นที่มีดอกสีขาวทั้งหมดเช่นเดียวกัน



4. ถ้าทอดลูกเต๋า 1 ครั้ง โอกาสที่จะได้เลข 3 หรือ 5 คือ 1 ใน 3

4.1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

จุดประสงค์การเรียนรู้

อธิบายหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในกรณีของมัลติเพิลแอลลีล และยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศ ซึ่งเป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล

ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้น

ความเข้าใจคลาดเคลื่อน	ความเข้าใจที่ถูกต้อง
ถ้ามีบุตรคนแรกเป็นโรคทางพันธุกรรม โอกาสที่ในอนาคตจะมีบุตรคนที่สองเป็นโรคนี้อาจลดลง	ถ้ามีบุตรคนแรกเป็นโรคทางพันธุกรรม โอกาสที่ในอนาคตจะมีบุตรคนที่สองเป็นโรคนี้อาจเท่าเดิม

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูใช้กรณีศึกษาของคู่สามีภรรยาที่เป็นพาหะของโรคทาลัสซีเมียซึ่งมาปรึกษาแพทย์เกี่ยวกับโอกาสที่จะมีบุตรที่เป็นโรคทาลัสซีเมีย โดยกล่าวถึงความสำคัญของโรคทาลัสซีเมียในประเทศไทยและอาจใช้ข้อมูลสถิติของผู้เป็นพาหะประกอบ จากนั้นใช้กรณีโรคทาลัสซีเมียเป็นตัวอย่างในการทบทวนเกี่ยวกับลักษณะทางพันธุกรรมว่าสามารถถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งได้โดยผ่านยีนที่ถ่ายทอดไปกับเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งลูกจะได้รับแอลลีลหรือรูปแบบของยีนจากทั้งพ่อและแม่ รวมทั้งทบทวนคำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง เช่น ยีน แอลลีล จีโนไทป์ ฟีนไทป์ ฮอมอไซกัส เฮเทอโรไซกัส (รูป 4.1 ในหนังสือเรียน)

จากนั้นครูทบทวนความรู้เรื่องรูปแบบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้กรณีศึกษาของเมนเดล เช่น สีของดอกถั่วลันเตา ประกอบการสอน โดยแสดงถึงลักษณะของลูกที่ได้และข้อสรุปของเมนเดล (รูป 4.2 ในหนังสือเรียน) อาจให้นักเรียนฝึกเขียนแผนภาพประกอบการพิจารณาโอกาสที่ลูกจะมีลักษณะต่าง ๆ

ครูให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในกรณีศึกษาของโรคทาลัสซีเมียข้างต้น โดยร่วมกันอภิปรายถึงโอกาสของสามีภรรยาที่เป็นพาหะของโรคทาลัสซีเมียจะมีลูกที่เป็นโรคทาลัสซีเมีย (รูป 4.3 ในหนังสือเรียน) และอาจให้นักเรียนสรุปโดยแสดงบทบาทสมมติการปรึกษาแพทย์ของคู่สามีภรรยาหรือเขียนสรุปคำอธิบายของแพทย์ต่อคู่สามีภรรยา

ครูยกตัวอย่างเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะทางพันธุกรรมหรือโรคทางพันธุกรรมอื่น ๆ ที่สามารถพิจารณารูปแบบการถ่ายทอดได้ตามที่เมนเดลศึกษา เช่น ลักษณะเผือก (albinism) โรคซิสติกไฟโบรซิส (cystic fibrosis) ลักษณะแคระแบบอะคอนโดรพลาเซีย (achondroplasia) โรคฮันติงตัน (Huntington disease) (รูป 4.4 ในหนังสือเรียน) จากนั้นยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมอื่น ๆ ที่มีรูปแบบการถ่ายทอดแตกต่างจากรูปแบบที่เมนเดลศึกษา เช่น ลักษณะหมู่เลือดระบบ ABO เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล



บทความ



เฉลยตรวจสอบความเข้าใจ



ถ้าหญิงที่มีลักษณะเผือกแต่งงานกับชายที่ไม่มีลักษณะเผือก จะมีโอกาสที่ลูกมีลักษณะเผือกหรือไม่



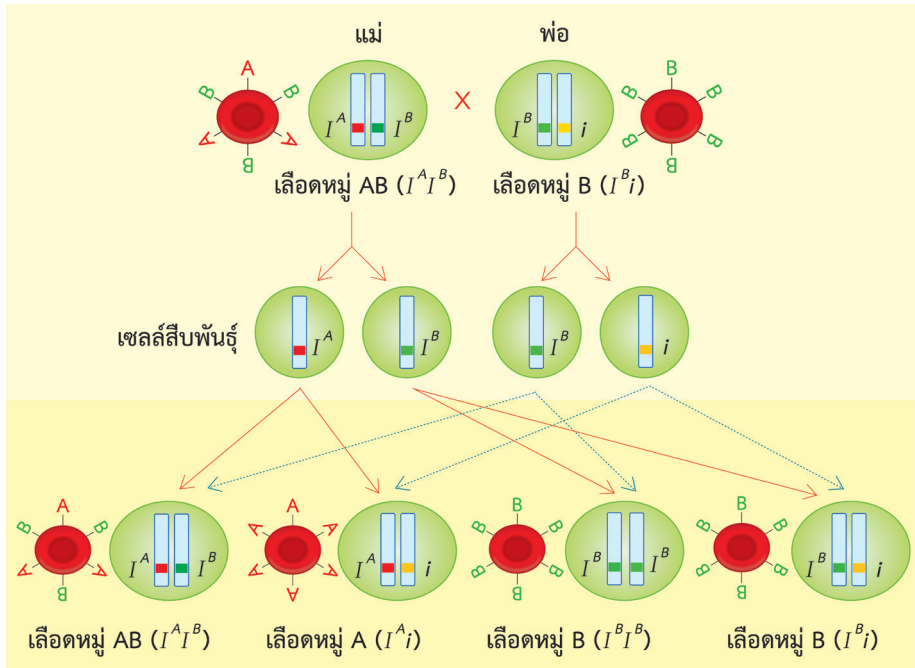
จากข้อมูลข้างต้น ฝ่ายหญิงมีแอลลีลด้อยสองแอลลีล แต่ไม่สามารถสรุปได้ว่าฝ่ายชายมีแอลลีลด้อยหรือไม่ ในกรณีที่ฝ่ายชายมีแอลลีลด้อยหนึ่งแอลลีล (เป็นพาหะของลักษณะเผือก) จะมีโอกาสที่ลูกมีลักษณะเผือก แต่ถ้าฝ่ายชายไม่มีแอลลีลด้อย ลูกจะไม่มีลักษณะเผือก

4.1.1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล

มัลติเพิลแอลลีล

ครูอธิบายถึงหมู่เลือดระบบ ABO และจำนวนแอลลีลที่เกี่ยวข้องว่ามีมากกว่า 2 รูปแบบ จึงเรียกกรณีนี้ว่า มัลติเพิลแอลลีล (multiple alleles) จากนั้นกล่าวถึงการพิจารณารูปแบบการถ่ายทอดหมู่เลือดระบบ ABO ว่ามีส่วนที่คล้ายกับกรณีของเมนเดลและส่วนที่ต่างจากกรณีของเมนเดลให้นักเรียนฝึกเขียนแผนภาพประกอบการพิจารณาโอกาสที่ลูกจะมีเลือดหมู่ต่าง ๆ (รูป 4.5 ในหนังสือเรียน) และตอบคำถามในหนังสือเรียน

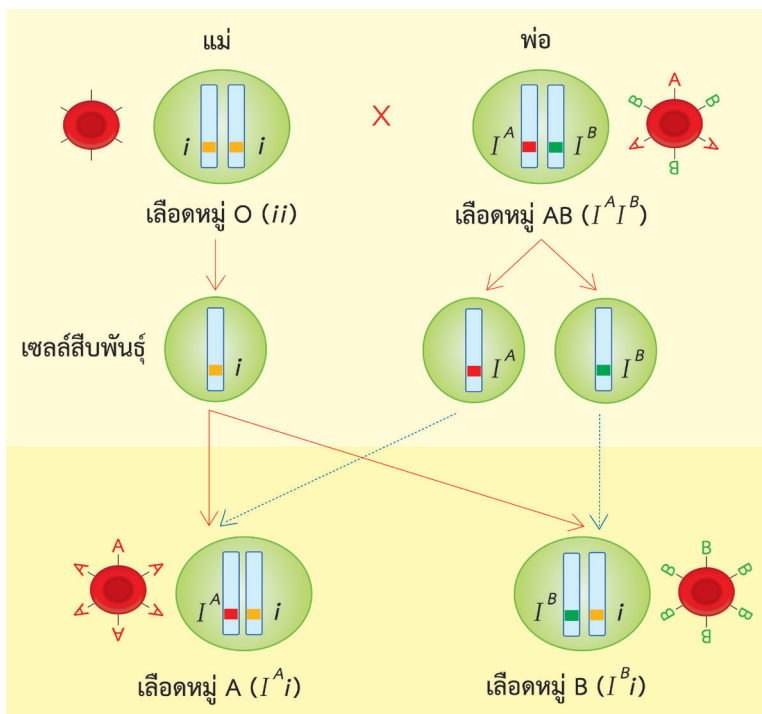
 ถ้าแม่มีจีโนไทป์เป็น $I^A I^B$ พ่อมีจีโนไทป์เป็น $I^B i$ จะมีโอกาสมีลูกที่มีเลือดหมู่ใดบ้าง



 ถ้าแม่มีเลือดหมู่ O และพ่อมีเลือดหมู่ AB ลูกจะมีโอกาสมีเลือดหมู่ใดบ้าง (อาจเขียนแผนภาพเพื่อประกอบการพิจารณา)



แม่มีเลือดหมู่ O แสดงว่าจีโนไทป์ คือ ii พ่อมีเลือดหมู่ AB แสดงว่าจีโนไทป์ คือ $I^A I^B$ โดยแผนภาพด้านล่างแสดงโอกาสที่ลูกจะมีเลือดหมู่ A เท่ากับร้อยละ 50 และมีเลือดหมู่ B เท่ากับร้อยละ 50



กิจกรรม 4.1 การถ่ายทอดลักษณะหมู่เลือดระบบ ABO ในมนุษย์

จุดประสงค์

นำความรู้เกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในกรณีของมัลติเพิลแอลลีลไปใช้ประโยชน์

เวลาที่ใช้ (โดยประมาณ) 30 นาที

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

ข้อมูลในข่าวควรกล่าวถึงการที่พ่อและแม่มีเลือดหมู่ A ว่าจีโนไทป์ที่เป็นไปได้ของพ่อและแม่ คือ $I^A I^A$ หรือ $I^A i$ แต่การที่ลูกมีเลือดหมู่ AB แสดงว่าลูกมีจีโนไทป์เป็น $I^A I^B$ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ เพราะพ่อและแม่ไม่มีแอลลีล I^B เลย ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลสนับสนุนว่าคลินิกดำเนินการผิดพลาด

ยืนที่อยู่บนโครโมโซมเพศ



บทความ



บทความ

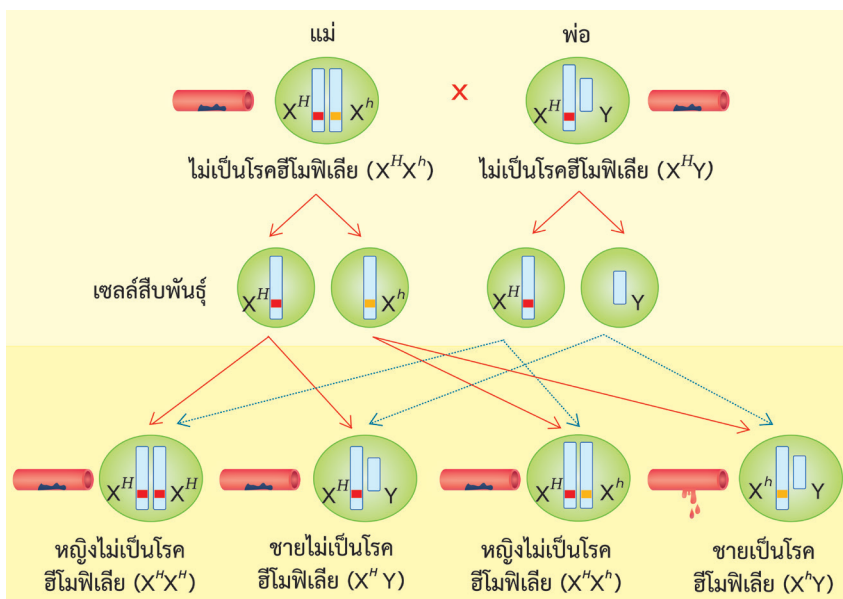
ครูนำเข้าสู่เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมด้วยยืนที่อยู่บนโครโมโซมเพศโดยใช้ข้อมูลร้อยละแยกตามเพศของบุคคลที่มีเลือดหมู่ต่าง ๆ ในหมู่เลือดระบบ ABO (ตาราง 4.3 ในหนังสือเรียน) และของบุคคลที่มีลักษณะตาบอดสี (ตาราง 4.4 ในหนังสือเรียน) และถามว่าเพราะเหตุใดสัดส่วนของเพศชายและเพศหญิงที่มีเลือดหมู่ต่าง ๆ จึงแตกต่างกับสัดส่วนในกรณีของลักษณะตาบอดสี

ครูทบทวนเรื่องโครโมโซมในมนุษย์ รวมถึง ออโตโซม โครโมโซมเพศ และฮอมอโลกัสโครโมโซม จากนั้นอธิบายกรณีของยืนที่อยู่บนโครโมโซม X ว่าในเพศชายจะมีเพียงแอลลีลเดียว แต่ในเพศหญิงมี 2 แอลลีล (รูป 4.6 ในหนังสือเรียน) ซึ่งทำให้รูปแบบการถ่ายทอดลักษณะดังกล่าวแตกต่างจากกรณีที่เมนเดลศึกษา ครูให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาการถ่ายทอดลักษณะตาบอดสีเขียว-แดงในกรณีที่พ่อแม่มีจีโนไทป์ต่าง ๆ โดยฝึกเขียนแผนภาพประกอบ จากนั้นลงข้อสรุปถึงส่วนที่เหมือนและส่วนที่ต่างจากกรณีที่เมนเดลศึกษา (รูป 4.7 ในหนังสือเรียน) และตอบคำถามในหนังสือเรียน

ครูให้นักเรียนฝึกพิจารณาโอกาสที่ลูกจะมีลักษณะต่าง ๆ ในกรณีของโรคฮีโมฟีเลีย ซึ่งควบคุมโดยแอลลีลด้อยบนโครโมโซม X เช่นเดียวกับลักษณะตาบอดสีเขียว-แดง โดยตอบคำถามในหนังสือเรียน



เติมข้อมูลในแผนผังเพื่อพิจารณาแบบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในกรณีศึกษาของโรคฮีโมฟีเลีย





ถ้าโรคทางพันธุกรรมชนิดหนึ่งควบคุมด้วยแอลลีลเด่นบนโครโมโซม X

o ชายและหญิงที่เป็นโรคจะมีจีโนไทป์แบบใดได้บ้าง



ถ้า X^D แทนแอลลีลเด่น และ X^d แทนแอลลีลด้อยของลักษณะดังกล่าว ชายจะเป็นโรคนี้ต่อเมื่อมีแอลลีลเด่นหนึ่งแอลลีล (จีโนไทป์ เป็น X^DY) และหญิงจะเป็นโรคต่อเมื่อมีแอลลีลเด่นอย่างน้อยหนึ่งแอลลีล (จีโนไทป์ เป็น X^DX^D หรือ X^DX^d)

o หากพิจารณาคู่สามีภรรยา ถ้าสามีเท่านั้นที่เป็นโรค ลูกเพศใดบ้างมีโอกาสเป็นโรค แต่ถ้าภรรยาเท่านั้นที่เป็นโรค ลูกเพศใดบ้างมีโอกาสเป็นโรค



ถ้าพ่อเป็นโรค (จีโนไทป์ เป็น X^DY) และแม่ไม่เป็นโรค (จีโนไทป์ เป็น X^dX^d) เฉพาะลูกเพศหญิงเท่านั้นที่จะเป็นโรค เนื่องจากแอลลีล X^D สามารถถ่ายทอดจากพ่อไปสู่ลูกเพศหญิง ส่วนแอลลีล X^d สามารถถ่ายทอดจากแม่ไปสู่ลูกทั้งสองเพศ

ถ้าพ่อไม่เป็นโรค (จีโนไทป์ เป็น X^dY) และแม่เป็นโรค (จีโนไทป์ เป็น X^DX^D หรือ X^DX^d) ลูกทั้งสองเพศมีโอกาสเป็นโรค เนื่องจากแอลลีล X^D สามารถถ่ายทอดจากแม่ไปสู่ลูกทั้งสองเพศ



เฉลยตรวจสอบความเข้าใจ



ถ้าคู่สามีภรรยามีเลือดหมู่ AB และสามีไม่มีลักษณะตาบอดสีเขียว-แดง แต่ภรรยามีลักษณะตาบอดสีเขียว-แดง จะมีโอกาสที่ลูกมีเลือดหมู่ B และมีลักษณะตาบอดสีเขียว-แดงหรือไม่



ทั้งสามีและภรรยามีแอลลีลที่ควบคุมลักษณะเลือดหมู่ B ดังนั้นจะมีโอกาสที่ลูกมีเลือดหมู่ B สำหรับลักษณะตาบอดสีเขียว-แดง ทั้งลูกชายและลูกสาวจะมีแอลลีลที่ควบคุมลักษณะตาบอดสีเขียว-แดง 1 แอลลีลซึ่งได้รับจากแม่ แต่เฉพาะลูกชายจะมีลักษณะตาบอดสีเขียว-แดง ส่วนลูกสาวจะเป็นพาหะของลักษณะตาบอดสีเขียว-แดง

ครูสรุปถึงความหลากหลายของรูปแบบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ได้ศึกษามา และให้ข้อมูลว่ามีรูปแบบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมแบบอื่น ๆ อีก ซึ่งรวมถึงกรณีที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น ลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมโดยยีนหลายยีน หรือลักษณะที่ได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม อย่างไรก็ตามหลักการพื้นฐาน คือ ลักษณะทางพันธุกรรมสามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานโดยผ่านยีนในเซลล์สืบพันธุ์ยังคงเป็นจริงเสมอ

แนวการวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

- รูปแบบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในกรณีของ มัลติเพิลแอลลีล และยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศ จากการตอบคำถาม การอภิปราย แผนภาพ ขึ้นงานและการนำเสนอชิ้นงานในกิจกรรม

ด้านทักษะ

- การสังเกต การจำแนกประเภท การใช้จำนวน การลงความเห็นจากข้อมูล และการพยากรณ์ จากการตอบคำถาม การอภิปราย แผนภาพ และการทำกิจกรรม
- การสื่อสารสารสนเทศและรู้เท่าทันสื่อ จากการสืบค้นข้อมูลในกิจกรรม การตอบคำถาม การอภิปราย และการนำเสนอชิ้นงานในกิจกรรม
- การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา และการสร้างสรรค์และนวัตกรรม จากการอภิปราย และการทำกิจกรรม

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

- ความอยากรู้อยากเห็น และการใช้วิจารณญาณ จากการตอบคำถาม การอภิปราย และการทำกิจกรรม
- ความใจกว้าง จากการทำกิจกรรม

4.2 ยีนกับการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม

จุดประสงค์การเรียนรู้

อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูทบทวนกรณีศึกษาของสามีภรรยาที่เป็นพาหะของโรคทาลัสซีเมีย และใช้คำถามนำว่า แอลลีลของยีนดังกล่าวทำให้เกิดโรคได้อย่างไร โดยอาจใช้กรณีอื่นเพิ่มเติม เช่น กรณีของลักษณะเผือก

ครูใช้กรณีของโรคทาลัสซีเมียหรือลักษณะเผือก (รูป 4.8 ในหนังสือเรียน) ในการอธิบายว่ายีนเป็นช่วงของ DNA ที่กำหนดลักษณะของโปรตีนที่สังเคราะห์ได้ โดยโปรตีนจะส่งผลให้เกิดลักษณะทางพันธุกรรม จากนั้นอาจให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมในกรณีของลักษณะทางพันธุกรรมอื่น ๆ โดยเฉพาะในกรณีของโปรตีนที่ทำหน้าที่อื่น ๆ

ครูใช้ภาพเพื่อทบทวนโครงสร้างและองค์ประกอบของ DNA (รูป 4.9 ในหนังสือเรียน) และอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับชนิดของนิวคลีโอไทด์และการจับของนิวคลีโอไทด์ในสายพอลินิวคลีโอไทด์ที่มาเข้าคู่กัน จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อยกตัวอย่างลำดับนิวคลีโอไทด์ของแอลลีลต่างชนิดในกรณีของยีนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมต่าง ๆ (รูป 4.10 ในหนังสือเรียน) และอาจทำกิจกรรมเสนอแนะ เพื่อลงข้อสรุปว่าลำดับของนิวคลีโอไทด์ที่แตกต่างกันกำหนดลักษณะโปรตีนที่แตกต่างกัน



กิจกรรมเสนอแนะ การสร้างแบบจำลอง DNA อย่างง่าย

จุดประสงค์

อธิบายความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์ใน DNA

เวลาที่ใช้ (โดยประมาณ)

60

นาที

วัสดุและอุปกรณ์

รายการ	ปริมาณต่อกลุ่มหรือห้อง
1. ผลไม้หรือผักต่างชนิดที่หั่นเป็นชิ้นและมีสีแตกต่างกัน 4 ชนิด	ชนิดละประมาณ 30 ชิ้นต่อกลุ่ม
2. มักกะโรนีเส้นยาวต้มเกือบสุก หรือถั่วฝักยาว	6-8 เส้นต่อกลุ่ม
3. ไม้จิ้มฟัน	ประมาณ 40 อันต่อกลุ่ม

การเตรียมล่วงหน้า

- เตรียมเส้นมักกะโรนีล่วงหน้า โดยต้มเส้นในน้ำเดือดให้พอนิ่มแต่ไม่สุกจนเกินไป อาจเก็บเส้นที่เตรียมไว้ในตู้เย็นก่อนแล้วนำเส้นที่แช่เย็นออกจากตู้เย็น 1 ชั่วโมงก่อนใช้ในคาบเรียน
- เตรียมชิ้นผักหรือผลไม้อย่างน้อย 4 ชนิด โดยอาจใช้ แครอท ฟักทอง แตงกวา หว้าไข่เต่า มันฝรั่ง แอปเปิล มะละกอ เมล่อน แก้วมังกร เป็นต้น โดยเลือกชนิดที่มีสีต่างกัน และหั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาดประมาณ 1 cm x 1 cm x 1 cm

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

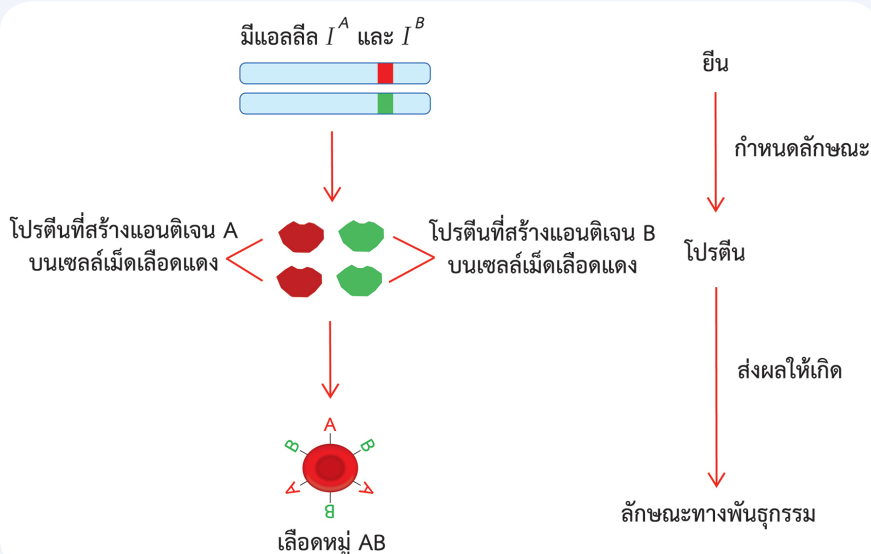




เฉลยตรวจสอบความเข้าใจ



เขียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ยีน โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม ในกรณีของบุคคลที่มีเลือดหมู่ AB



แนวการวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

- ความสัมพันธ์ระหว่าง ยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม จากการอภิปราย

ด้านทักษะ

- การสังเกต จากการอภิปราย และแผนภาพ
- การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ จากการสืบค้นข้อมูล

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

- ความอยากรู้อยากเห็น การใช้วิจารณญาณ และความใจกว้าง จากการตอบคำถามและการอภิปราย

4.3 การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

จุดประสงค์การเรียนรู้

อธิบายและยกตัวอย่างมิวเทชันและผลของมิวเทชันต่อการแสดงลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต และยกตัวอย่างการนำมิวเทชันไปใช้ประโยชน์

ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้น

ความเข้าใจคลาดเคลื่อน	ความเข้าใจที่ถูกต้อง
มิวเทชันก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งมีชีวิต	มิวเทชันอาจก่อให้เกิดผลดี ผลเสีย หรือไม่ส่งผลใด ๆ ต่อสิ่งมีชีวิต

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำภาพหรือวิดีโอทัศน์สั้น ๆ เกี่ยวกับการเกิดมะเร็งและการป้องกัน เช่น กรณีของมะเร็งผิวหนัง และใช้คำถามนำเกี่ยวกับการที่รังสีอัลตราไวโอเล็ตเพิ่มโอกาสการเกิดมะเร็งผิวหนัง เพื่อนำเข้าสู่เรื่องมิวเทชัน

ครูอธิบายและยกตัวอย่างมิวเทชันระดับยีน โดยใช้ตัวอย่างของมิวเทชันที่ทำให้เกิดลักษณะทางพันธุกรรมที่ได้เรียนมา เช่น แอลลีลที่ทำให้เกิดลักษณะเผือก (รูป 4.12 ในหนังสือเรียน) แอลลีลที่ก่อให้เกิดโรคทาลัสซีเมีย อาจให้นักเรียนสืบค้นตัวอย่างเพิ่มเติมทั้งกรณีที่มีวเทชันทำให้เกิดโรค ก่อให้เกิดผลดี หรือไม่ส่งผลใด ๆ จากนั้นร่วมกันสรุปถึงผลของการเกิดมิวเทชัน โดยเขียนแผนภาพประกอบ

ครูยกตัวอย่างกรณีที่ยีนหรือส่วนของยีนเปลี่ยนแปลงไปที่เป็นผลจากมิวเทชันระดับโครโมโซม (รูป 4.11 ในหนังสือเรียน) แล้วให้นักเรียนสืบค้นตัวอย่างเพิ่มเติมและร่วมกันอภิปราย

ครูอธิบายถึงการนำความรู้เรื่องมิวเทชันไปใช้ในการป้องกันการเกิดมะเร็ง โดยอาจให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเกิดมะเร็งต่างชนิด แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการนำความรู้เรื่องมิวเทชันไปใช้ในการรักษาสุขภาพ

จากนั้นครูอธิบายถึงการประยุกต์ใช้หลักการของมิวเทชันเพื่อสร้างสิ่งมีชีวิตลักษณะใหม่และอาจให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลตัวอย่างเพิ่มเติม แล้วนำเสนอในรูปแบบที่น่าสนใจ เช่น “ตลาดมิวเทชัน” ที่นักเรียนโฆษณาเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาโดยใช้หลักการของมิวเทชัน



เฉลยตรวจสอบความเข้าใจ

ให้นักเรียนใส่เครื่องหมายถูก (✓) หรือ ผิด (✗) หน้าข้อความตามความเข้าใจของนักเรียน



1. มิวเทชันจะส่งผลเสียต่อสิ่งมีชีวิตถ้ามิวเทชันนั้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน



2. ถ้าชายคนหนึ่งสูบบุหรี่จัด และสารในบุหรี่ส่งผลให้เกิดมิวเทชันในเซลล์ปอดและทำให้เกิดมะเร็งปอดเมื่อชายดังกล่าวมีลูกจะสามารถถ่ายทอดมิวเทชันดังกล่าวไปให้ลูกได้

แนวการวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

- มิวเทชัน ผลของมิวเทชันต่อการแสดงลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต และตัวอย่างการนำมิวเทชันไปใช้ประโยชน์ จากการตอบคำถาม การอภิปราย แผนภาพ และการนำเสนอ

ด้านทักษะ

- การสังเกต และการลงความเห็นจากข้อมูล จากการตอบคำถาม และการอภิปราย
- การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ จากการสืบค้นข้อมูลและการนำเสนอ
- การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา จากการอภิปราย

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

- ความอยากรู้อยากเห็น การใช้วิจารณญาณ และความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์ จากการตอบคำถาม และการอภิปราย

4.4 เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

จุดประสงค์การเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในด้านการแพทย์และเภสัชกรรม ด้านการเกษตร และด้านนิติวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งอภิปรายเกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมของการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปใช้

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำเข้าบทเรียนโดยใช้ตัวอย่างข่าวเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในชีวิตประจำวัน เช่น การพิสูจน์ความสัมพันธ์ทางสายเลือด การตรวจการปนเปื้อนของเนื้อสัตว์ชนิดอื่นในอาหาร ผลผลิตจากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม การออกกฎหมายเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม และถามคำถามนำว่า **เรื่องดังกล่าวใช้ประโยชน์จากความรู้ทางพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องอย่างไร**

ครูเลือกกรณีศึกษาจากข่าวข้างต้นเพื่ออธิบายถึงเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอว่าครอบคลุมถึงการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมหรือยีน การตรวจสอบสารพันธุกรรม และการกระทำอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสารพันธุกรรม เป็นต้น จากนั้นยกตัวอย่างและอธิบายเพิ่มเติมของกรณีการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปใช้ในด้านต่าง ๆ ทั้งการแพทย์และเภสัชกรรม การเกษตร นิติวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม โดยเน้นถึงจุดประสงค์ในการประยุกต์ใช้ เช่น การสร้างพืชบีบี (ฝ้าย ข้าวโพด มันฝรั่ง ฯลฯ) เพื่อลดการทำลายของแมลงศัตรูพืช การตรวจหาแอลลีลที่เป็นโรคเพื่อวินิจฉัยโรคทาลัสซีเมียของบุตรในครรภ์ การทำลายพืชมดดีเอ็นเอเพื่อระบุผู้กระทำผิด โดยอาจให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมและร่วมกันอภิปราย

จากนั้นครูยกตัวอย่างถึงประเด็นซึ่งเป็นที่ถกเถียงกันในการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอมาใช้ ทั้งในด้านความปลอดภัยต่อสุขภาพ ผลกระทบต่อสังคมสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การละเมิดสิทธิส่วนบุคคล การปฏิบัติอย่างมีคุณธรรม เป็นต้น โดยอาจให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูล และอภิปรายถึงผลดีหรือผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หรืออาจให้ทำกิจกรรม 4.2



กิจกรรม 4.2 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

จุดประสงค์

1. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และอภิปรายเกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในด้านต่าง ๆ
2. วิเคราะห์สถานการณ์ในชีวิตจริง และอภิปรายเกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

เวลาที่ใช้ (โดยประมาณ) 60 นาที

การเตรียมล่วงหน้า

ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนสำหรับแต่ละประเด็นหรืออาจเลือกเพียงประเด็นเดียว ให้นักเรียนจับฉลากเลือกฝ่ายสนับสนุนและฝ่ายค้าน อาจกำหนดเวลาสำหรับการโต้วาที่โดยรวมกลุ่มละประมาณ 10 นาที โดยให้สลับฝ่ายสนับสนุนและฝ่ายค้าน และชี้แจงให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมและเตรียมการในการโต้วาที่สำคัญสำหรับคาบเรียนถัดไป ครูอาจแนะนำแนวทางให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากวารสารทางวิชาการเพื่อใช้เป็นแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือได้ ข้อมูลจากข่าวหรือสื่อต่าง ๆ เพื่อรวบรวมความคิดเห็นและบริบทของสังคม รวมทั้งข้อมูลจากสถานการณ์ในต่างประเทศที่สามารถนำมาประกอบการพิจารณาได้ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

1. ก่อนเริ่มการโต้วาที่ ครูควรชี้แจงและสนับสนุนให้นักเรียนพิจารณาประเด็นจากหลายมุมมองและเปิดใจในการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นที่อาจแตกต่างไป
2. ตัวอย่างประเด็นที่เกี่ยวข้องกับประเด็นโต้วาที่ที่ 1 (ประเทศไทยควรมีกฎหมายควบคุมการติดฉลากอาหารที่มีสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมปนอยู่หรือไม่) มีดังนี้

- การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบจากอาหารที่ผลิตจากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมมีอะไรบ้าง ผลการศึกษาเป็นอย่างไร จะสามารถนำมาสรุปถึงความปลอดภัยหรืออันตรายของการบริโภคอาหารที่ผลิตจากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมหรือไม่
 - การระบุข้อมูลในฉลากดังกล่าวควรรวมสิ่งมีชีวิตที่สร้างโดยวิธีใดบ้าง ควรติดฉลากในทุกกรณีหรือไม่ (สิ่งมีชีวิตที่มีการตัดต่อยีน และ/หรือ สิ่งมีชีวิตที่ได้จากการชักนำให้เกิดมิวเทชันโดยวิธีอื่น เช่น การฉายรังสี) ควรใช้มาตรฐานใดในการพิจารณา
 - การติดฉลากจะส่งผลกระทบต่อต้นทุนหรือไม่ การเปลี่ยนแปลงฉลากจะส่งผลกระทบต่อราคาสินค้าที่จะกระทบประชาชนหรือไม่
 - กฎหมายและข้อบังคับเกี่ยวกับการระบุข้อมูลในฉลากในประเทศอื่นเป็นอย่างไร มีผลกระทบอะไรเกิดขึ้นบ้างจากการประกาศใช้
 - ผู้บริโภคจะได้ประโยชน์จากการระบุข้อมูลในฉลากมากน้อยเพียงใด ต้องมีการให้ความรู้เพิ่มเติมกับประชาชนด้วยหรือไม่
3. ตัวอย่างประเด็นที่เกี่ยวข้องกับประเด็นไต้หวันที่ 2 (ควรนำยุงลายดัดแปรพันธุกรรมมาใช้ควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออกในประเทศไทยหรือไม่) มีดังนี้
- ถ้านำยุงลายดัดแปรพันธุกรรมมาใช้ในปริมาณมาก จะส่งผลกระทบต่อยุงหรือสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในธรรมชาติ และจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศโดยรวมหรือไม่ อย่างไร
 - ค่าใช้จ่ายในการซื้อยุง การปล่อยยุง และการติดตามเผ่าระวังผลนั้นคุ้มค่าหรือไม่ และทำอย่างไรจึงจะสัมฤทธิ์ผลในระยะยาว
 - ประชาชนจะต่อต้านการนำยุงลายดัดแปรพันธุกรรมมาใช้หรือไม่ ควรตัดสินใจโดยยึดพื้นฐานอะไร
4. หลังจากการไต่สวนที่ ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงข้อสนับสนุนและข้อคัดค้านของแต่ละฝ่าย และร่วมกันสรุปประเด็นและข้อคิดเห็นเกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในด้านต่าง ๆ

แนวการวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

- การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในด้านการแพทย์และเกษตรกรรม ด้านการเกษตรและด้านนิติวิทยาศาสตร์ จากการตอบคำถาม และการอภิปราย
- ความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมของการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปใช้ จากการตอบคำถาม การอภิปราย และการโต้แย้งในกิจกรรม

ด้านทักษะ

- การสังเกต การลงความเห็นจากข้อมูล และการพยากรณ์ จากการตอบคำถาม การอภิปราย และการโต้แย้งในกิจกรรม
- การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อจากการสืบค้นข้อมูลและการโต้แย้งในกิจกรรม
- การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา จากการอภิปราย และการโต้แย้งในกิจกรรม

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

- ความอยากรู้อยากเห็น การใช้วิจารณญาณความรอบคอบความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์ ความซื่อสัตย์ และความใจกว้าง จากการตอบคำถาม การอภิปราย และการโต้แย้งในกิจกรรม

4.5 วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
2. อธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติของชาลส์ ดาร์วิน
3. อธิบายและยกตัวอย่างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการ

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูใช้ภาพนำของหัวข้อ 4.5 ในหนังสือเรียน ซึ่งเป็นภาพลักษณะของหอยทากต้นไม้ เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องวิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต โดยให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับกรณีของหอยมรกตว่าเพราะเหตุใดหอยมรกตที่เกาะตาคัยจึงพบเฉพาะที่มีเปลือกเวียนซ้ายเท่านั้น จากนั้นครูเชื่อมโยงจากความรู้ที่ได้ศึกษาก่อนหน้าเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอมาประยุกต์ใช้ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยอาจให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะทางพันธุกรรมใหม่ที่เกิดจากมนุษย์เป็นผู้กระทำ ซึ่งนักเรียนได้ศึกษามาแล้วข้างต้น เช่น

- ต้นยาสูบที่ดัดแปรพันธุกรรมที่มียีนที่สังเคราะห์โปรตีนเรืองแสงของหิ่งห้อย
- แบคทีเรียที่ดัดแปรพันธุกรรมที่มียีนผลิตอินซูลินของมนุษย์
- ข้าวสีทองที่ดัดแปรพันธุกรรมที่มียีนสร้างวิตามินเอที่ได้จากต้นแดฟโฟดิล (daffodil)
- แชลมอนดัดแปรพันธุกรรมที่เจริญเติบโตเพิ่มขนาดได้เร็วกว่าแชลมอนในธรรมชาติ

ครูควรชี้ให้เห็นว่าการทำให้สิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมอาจจะส่งผลให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะใหม่ ทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมขึ้น และครูอธิบายเพิ่มเติมว่าในธรรมชาติก็มีการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมเกิดขึ้นได้เองเช่นกัน และเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต และตั้งประเด็นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า **ความหลากหลายทางพันธุกรรมจะส่งผลต่อความหลากหลายและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้อย่างไร** ครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ และตรวจสอบความคิดของนักเรียนจากการศึกษาในหัวข้อต่อไป

4.5.1 ความหลากหลายทางพันธุกรรม

ครูใช้ภาพที่แสดงความหลากหลายทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตสปีชีส์ต่าง ๆ ที่พบในธรรมชาติ โดยอาจใช้รูป 4.19 และ 4.20 จากในหนังสือเรียน หรืออาจเตรียมได้จากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ และตั้งประเด็นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ดังนี้

● สิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์ในแต่ละภาพมีความคล้ายกันและมีความแตกต่างกันอย่างไร

จากการอภิปรายนักเรียนควรสรุปได้ว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์มีลักษณะเฉพาะของตนเอง แต่สมาชิกในประชากรแต่ละสปีชีส์ยังมีลักษณะที่ปรากฏที่แตกต่างกัน จากนั้นใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายต่อไป ดังนี้

- ความหลากหลายทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในสปีชีส์เดียวกันในธรรมชาติเกิดขึ้นได้อย่างไร

จากการสืบค้นข้อมูลร่วมกับอภิปรายโดยใช้ความรู้ที่ได้ศึกษามาก่อนหน้า นักเรียนควรสรุปได้ว่าสาเหตุหนึ่งของความหลากหลายทางพันธุกรรมมาจากการเกิดมิวเทชัน โดยครูควรเน้นให้นักเรียนเห็นว่าลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปนี้จะสามารถถ่ายทอดต่อไปได้หากมิวเทชันเกิดขึ้นในเซลล์สืบพันธุ์ ครูอาจยกตัวอย่างรูป 4.21 กรณีของเสือโคร่งขาวเบงกอลเพื่อแสดงให้เห็นมิวเทชันที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ จากนั้นครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่านอกจากมิวเทชันแล้วความหลากหลายทางพันธุกรรมยังเป็นผลมาจากการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศด้วย โดยอาจให้นักเรียนสังเกตลักษณะของพี่น้องในครอบครัวของนักเรียนหรือใช้รูป 4.22 ลูกสุนัขที่เกิดจากพ่อและแม่เดียวกัน หรือลักษณะลูกสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ที่เกิดจากพ่อและแม่เดียวกันซึ่งนักเรียนอาจเคยเลี้ยง

4.5.2 การคัดเลือกโดยธรรมชาติ

ครูอาจใช้ประเด็นคำถามต่าง ๆ ในหนังสือเรียน เพื่อให้ นักเรียน อภิปรายและเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องการคัดเลือกโดยธรรมชาติ ดังนี้

-  การที่เสือโคร่งขาวเบงกอลมีสีขนที่แตกต่างไปจากเสือโคร่งเบงกอลทั่วไป ดังรูป 4.21 จะส่งผลต่อการดำรงชีวิตในธรรมชาติหรือไม่ อย่างไร
-  สีขนของเสือโคร่งขาวเบงกอลอาจส่งผลต่อการดำรงชีวิตในธรรมชาติได้ เนื่องจากอาจทำให้เสือโคร่งขาวเบงกอลพรางตัวในธรรมชาติได้ไม่ดีเท่ากับเสือโคร่งเบงกอลทั่วไป ซึ่งส่งผลต่อการหลบซ่อนตัวจากศัตรู หรือการดักขุมเพื่อล่าเหยื่อ
-  ลักษณะที่แตกต่างกันของม้าในอดีตและม้าในปัจจุบัน ดังรูป 4.23 ส่งผลต่อการดำรงชีวิตในสภาพแวดล้อมแต่ละยุคสมัยหรือไม่ อย่างไร
-  ม้าในแต่ละยุคสมัยมีลักษณะที่ต่างกัน ซึ่งน่าจะส่งผลต่อการดำรงชีวิตของม้า เช่น ม้าในอดีตมีขนาดเล็ก มีฟันที่เหมาะสมสำหรับการกินใบไม้ตามพุ่มไม้ และมีลักษณะนิ้วเท้าหลายนิ้วซึ่งเหมาะสำหรับการเดินบนพื้นดินที่อ่อนนุ่มในป่า ขณะที่ม้าในปัจจุบันมีขนาดใหญ่ มีฟันที่เหมาะสมสำหรับการกินหญ้าที่เหนียวกว่าใบไม้ และมีนิ้วเท้าเพียงนิ้วเดียวที่มีกับขนาดใหญ่ซึ่งเหมาะแก่การวิ่งได้อย่างรวดเร็วในทุ่งหญ้า

จากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ และกรณีศึกษาของนกฟินช์บนหมู่เกาะกาลาปากอส รวมทั้งกรณีศึกษาเกี่ยวกับหอยมรกตที่เกาะตาชัย และให้นักเรียนทำกิจกรรม 4.3 เพื่อสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ นอกเหนือจากที่ได้ยกตัวอย่างมาแล้ว ซึ่งเป็นผลจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ



กิจกรรม 4.3 การคัดเลือกโดยธรรมชาติ

จุดประสงค์

1. อธิบายความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับการคัดเลือกโดยธรรมชาติ
2. ระบุเกณฑ์ในการคัดเลือกโดยธรรมชาติ
3. ยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่เป็นผลมาจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

เวลาที่ใช้ (โดยประมาณ) 40 นาที

แนวการจัดกิจกรรม

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่เป็นผลมาจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ ที่บันทึกไว้โดยชาลส์ ดาร์วิน หรือตัวอย่างอื่น ๆ แล้วอภิปรายร่วมกันตามประเด็นในหนังสือเรียน โดยใช้ความรู้ที่เกี่ยวกับการคัดเลือกโดยธรรมชาติที่ได้ศึกษามาร่วมอภิปราย เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

หลักฐานที่แสดงความหลากหลายของลักษณะที่พบในสิ่งมีชีวิต

ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่ดาร์วินพบตลอดการเดินทาง ทำให้สังเกตเห็นถึงความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะคล้ายกันซึ่งอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน และความคล้ายคลึงกันของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดที่อาศัยอยู่ห่างไกลกันแต่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่คล้ายกัน ดังตัวอย่าง



เต่ายักษ์กาลาปากอสที่พบที่หมู่เกาะกาลาปากอสแต่ละเกาะจะมีลักษณะที่แตกต่างกันไปทั้งขนาดและรูปร่างของกระดอง รวมทั้งลักษณะอื่นๆ เช่น เต่ายักษ์กาลาปากอสที่มีคอยาว และกระดองที่มีลักษณะเฉพาะทำให้ลำคอสามารถยืดยาวออกมาเพื่อกินกระบองเพชรที่มีลำต้นสูงได้ มักพบอาศัยอยู่บนเกาะที่มีพื้นที่แห้งแล้งซึ่งอาหารขาดแคลน ส่วนเต่ายักษ์กาลาปากอสที่มีคอสั้น และมีกระดองโค้งมนคล้ายโดม ซึ่งเหมาะกับการหากินตามพื้นหญ้า มักพบอาศัยอยู่บนเกาะที่มีความชุ่มชื้น มีทุ่งหญ้าและพืชพันธุ์ต่างๆ ขึ้นอยู่มากมาย



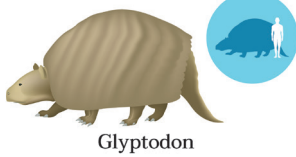
สัตว์ฟันแทะชนิดหนึ่ง (*Dolichotis patagonium*) ซึ่งอาศัยอยู่บริเวณทุ่งหญ้าในแถบอเมริกาใต้ มีขาและหูยาวคล้ายกระต่ายป่าที่พบในแถบยุโรป (*Lepus europaeus*) สัตว์ทั้งสองชนิดนี้อาศัยอยู่ห่างไกลกัน แต่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่คล้ายกัน กินหญ้าเป็นอาหาร ชอบตัวอยู่ตามพุ่มไม้ และมีขายาวช่วยให้เคลื่อนที่ได้รวดเร็วเหมือนกัน



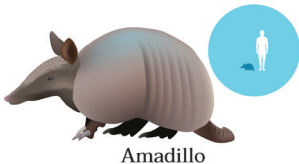
ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

หลักฐานซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิต

ซากดึกดำบรรพ์ของ Glyptodon และ Mylodon ทำให้ดาร์วินสังเกตเห็นถึงลักษณะที่แตกต่างกันและลักษณะที่คล้ายคลึงกันระหว่างซากดึกดำบรรพ์เหล่านี้กับสิ่งมีชีวิตในปัจจุบัน ซึ่งทำให้เกิดแนวคิดเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดที่ต้องมีการดิ้นรนเพื่อจะอยู่รอด ในสภาวะแวดล้อมที่มีจำกัด สิ่งมีชีวิตชนิดที่ไม่สามารถอยู่รอดก็จะสูญพันธุ์ไป



Glyptodon

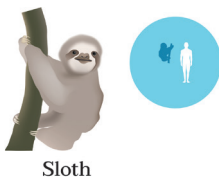


Amadillo

Glyptodon เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งสูญพันธุ์ไปแล้ว มีเกราะเป็นเกล็ดเล็ก ๆ และมีน้ำหนักประมาณ 2,000 กิโลกรัม มีลักษณะคล้ายกับ armadillo ในปัจจุบันซึ่งมีขนาดเล็ก และยังคงมีเกราะเป็นเกล็ดเล็ก ๆ อยู่ มีน้ำหนักเพียง 60 กิโลกรัม



Mylodon



Sloth

Mylodon เป็นสัตว์ขนาดใหญ่ที่สูญพันธุ์ไปแล้ว (Mylodon ที่มีขนาดเล็กที่สุด เมื่อยืนด้วยขาหลังจะสูงได้ถึง 3 เมตร) มีลักษณะคล้าย sloth ในปัจจุบัน โดย sloth สามารถปีนป่ายต้นไม้ได้ แต่ Mylodon ซึ่งมีขนาดตัวที่ใหญ่กว่า sloth มาก ทำให้มีลักษณะที่ไม่เหมาะในการปีนต้นไม้

จากนั้นครูและนักเรียนสรุปร่วมกันเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่ผ่านการคัดเลือกโดยธรรมชาติโดยอาจใช้รูป 4.29 และตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจในหนังสือเรียน



เฉลยตรวจสอบความเข้าใจ



เพราะเหตุใดมิวเทชัน และการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของสิ่งมีชีวิตจึงมีความสำคัญต่อการคัดเลือกโดยธรรมชาติ



มิวเทชันและการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ทำให้มีความหลากหลายทางพันธุกรรมในประชากรสิ่งมีชีวิต ซึ่งธรรมชาติจะเป็นตัวคัดเลือกลักษณะทางพันธุกรรมที่เหมาะสมไว้ในประชากร



จากคำกล่าวที่ว่า “แมลงที่ได้รับสารฆ่าแมลงทำให้เกิดความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงมากยิ่งขึ้น” นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวนี้อหรือไม่ ให้เหตุผลประกอบ



ไม่เห็นด้วย เนื่องจากสารฆ่าแมลงไม่ได้ทำให้แมลงมีความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงเกิดขึ้น แต่อาจมีแมลงบางตัวที่สามารถต้านทานต่อสารฆ่าแมลงจะถูกคัดเลือกโดยธรรมชาติให้มีโอกาสอยู่รอด และให้ถ่ายทอดลักษณะดังกล่าวไปยังรุ่นต่อไป ทำให้ประชากรรุ่นต่อไปที่สามารถต้านทานต่อสารฆ่าแมลงนั้นมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น

จากนั้นครูเชื่อมโยงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ในเชิงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ โดยแสดงรูปสิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์กัน เช่น วาฬ จระเข้ นก ค้างคาว มนุษย์ และใช้คำถามถามนักเรียนว่า สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เหล่านี้มีความสัมพันธ์ในเชิงวิวัฒนาการร่วมกันหรือไม่ อย่างไร



วาฬ



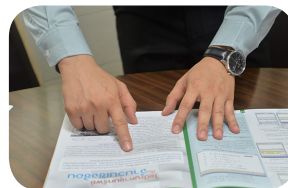
จระเข้



นก



ค้างคาว



มือมนุษย์

คำตอบของนักเรียนอาจมีหลากหลาย และครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อตอบคำถามนี้โดยใช้รูป 4.30 เพื่อให้นักเรียนสังเกตเห็นถึงลักษณะที่มีความคล้ายคลึงกันของโครงสร้างของกระดูกยางค์ และรูป 4.31 ลักษณะที่มีความคล้ายคลึงกันในบางช่วงของการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตบางชนิด เพื่อนำไปสู่การสนับสนุนข้อสันนิษฐานที่ว่าตัวอย่างสิ่งมีชีวิตในภาพเหล่านั้นมีวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษร่วมกัน

ครูอธิบายเพิ่มเติมต่อไปอีกว่า หลักฐานข้างต้นที่กล่าวมาเป็นเพียงหลักฐานส่วนหนึ่ง ซึ่งปัจจุบันนี้มีความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ ก้าวหน้ามากขึ้น เมื่อรวมองค์ความรู้และหลักฐานอื่น ๆ ที่ได้จากการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตจึงสนับสนุนสมมติฐานที่ว่าสิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์ที่พบในปัจจุบันมีวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษร่วมกัน และผ่านการคัดเลือกโดยธรรมชาติซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่นำไปสู่การเกิดวิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตได้เป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มต่าง ๆ โดยครูอาจใช้รูป 4.32 ในหนังสือเรียนประกอบการอธิบาย

แนวการวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

- วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต จากการสืบค้นข้อมูล อภิปราย นำเสนอข้อมูล และการทำแบบฝึกหัด

ด้านทักษะ

- การสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และการลงความเห็นจากข้อมูล จากการทำกิจกรรม การตอบคำถาม และการอภิปราย
- การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ จากการสืบค้นข้อมูลและการนำเสนอข้อมูล

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

- ความอยากรู้อยากเห็น และการใช้วิจารณ์ญาณ จากการทำกิจกรรม และการมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนโดยประเมินตามสภาพจริงระหว่างเรียน



เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 4

1. ในครอบครัวหนึ่ง พ่อมีเลือดหมู่ A แม่มีเลือดหมู่ B และลูกคนแรกเป็นหญิงมีเลือดหมู่ AB
- 1.1. ถ้าสามีภรรยามีลูกคนที่สอง ลูกมีโอกาสมีเลือดหมู่ใดบ้าง



จีโนไทป์ที่เป็นไปได้ของพ่อ คือ $I^A I^A$ หรือ $I^A i$ จีโนไทป์ที่เป็นไปได้ของแม่ คือ $I^B I^B$ หรือ $I^B i$ โดยการที่ลูกคนแรกมีเลือดหมู่ AB นั้น ข้อมูลยังไม่เพียงพอที่จะสรุปจีโนไทป์ของพ่อและแม่ได้ ถ้าสามีภรรยามีลูกคนที่สอง ลูกจะมีโอกาสมีเลือดหมู่ A B AB หรือ O ดังแสดงในตาราง

กรณีที่เป็นไปได้	จีโนไทป์ของพ่อ	จีโนไทป์ของแม่	เลือดหมู่ที่เป็นไปได้ในลูก
1.	$I^A I^A$	$I^B I^B$	เลือดหมู่ AB (จีโนไทป์ $I^A I^B$)
2.	$I^A I^A$	$I^B i$	เลือดหมู่ AB (จีโนไทป์ $I^A I^B$) หรือเลือดหมู่ A (จีโนไทป์ $I^A i$)
3.	$I^A i$	$I^B I^B$	เลือดหมู่ AB (จีโนไทป์ $I^A I^B$) หรือเลือดหมู่ B (จีโนไทป์ $I^B i$)
4.	$I^A i$	$I^B i$	เลือดหมู่ AB (จีโนไทป์ $I^A I^B$) หรือเลือดหมู่ A (จีโนไทป์ $I^A i$) หรือเลือดหมู่ B (จีโนไทป์ $I^B i$) หรือเลือดหมู่ O (จีโนไทป์ ii)

- 1.2. ถ้าสามีภรรยามีลูกคนที่ 2 เป็นชายที่มีเลือดหมู่ AB เหมือนลูกคนแรก ถ้าจะมีลูกคนที่ 3 ลูกจะมีโอกาสมีเลือดหมู่ใดบ้าง



เช่นเดียวกับข้อ 1.1 โอกาสที่เลือดหมู่ของลูกแต่ละคนจะเหมือนเดิมไม่ว่าจะมีลูกคนที่เท่าใด นั่นคือ ลูกคนที่ 3 จะมีโอกาสมีเลือดหมู่ A B AB หรือ O

2. เป็นไปได้หรือไม่ที่พ่อที่มีลักษณะตาบอดสีเขียว-แดงจะมีลูกชายตาปกติและลูกสาวตาปกติ เพราะเหตุใด



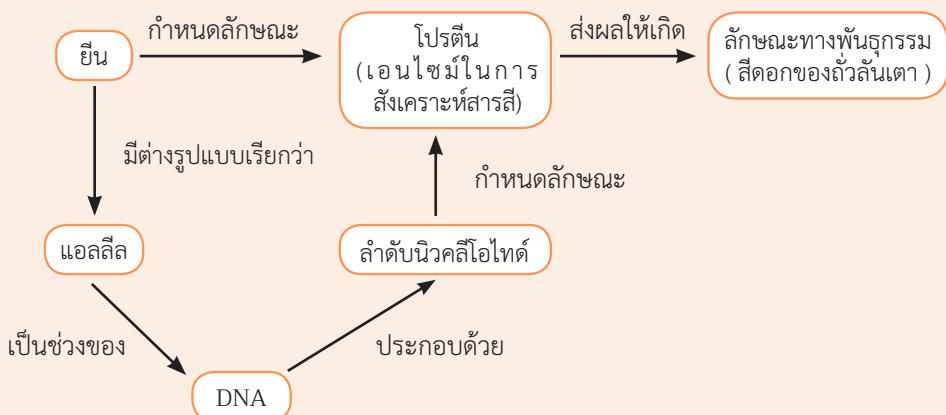
เป็นไปได้ เพราะลักษณะตาบอดสีเขียว-แดงถูกควบคุมโดยแอลลีลด้อยซึ่งอยู่บนโครโมโซม X ดังนั้นถ้าแม่มีแอลลีลเด่นจะสามารถถ่ายทอดให้ลูกชายหรือลูกสาวได้ จึงทำให้มีโอกาสที่จะมีลูกชายหรือลูกสาวตาปกติ

3. เขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ดีเอ็นเอ ยีน แอลลีล ลำดับนิวคลีโอไทด์ โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม ในกรณีของ

- 3.1. สีดอกของถั่วลิ้นเตาที่เมนเดลศึกษา



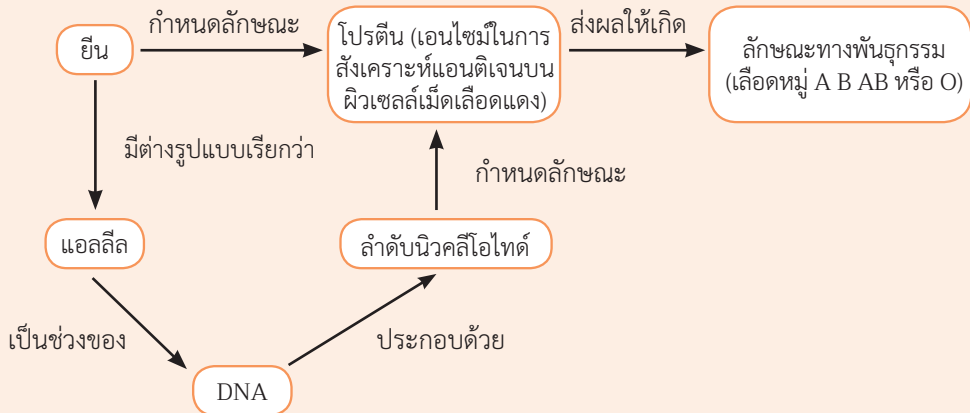
ตัวอย่างแผนภาพ เช่น



3.2. หมู่เลือดระบบ ABO ของมนุษย์



ตัวอย่างแผนภาพ เช่น



4. ออกแบบสื่อ infographics ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการที่แสงแดดเพิ่มโอกาสการเกิดมะเร็งผิวหนังเพื่อรณรงค์การลดโอกาสการเกิดมะเร็งผิวหนัง



สื่อควรให้ข้อมูลว่ารังสีอัลตราไวโอเล็ตในแสงแดดเพิ่มโอกาสการเกิดมะเร็งใน DNA ของเซลล์ผิวหนัง ซึ่งถ้ามีเซลล์ที่ผิดปกติทำให้เซลล์เพิ่มจำนวนอย่างควบคุมไม่ได้ อาจก่อให้เกิดมะเร็งได้ การใช้ครีมกันแดดและปกป้องผิวหนังจากแสงแดดจะลดโอกาสการเกิดมะเร็ง จึงช่วยลดโอกาสการเกิดมะเร็งผิวหนังได้

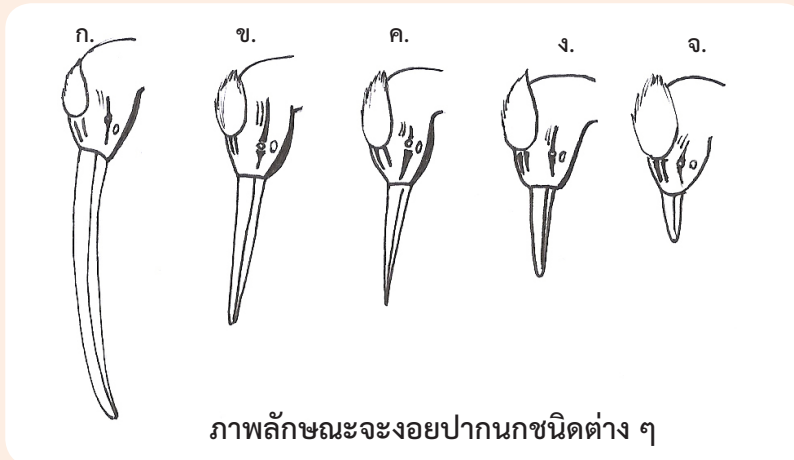
5. ออกแบบสื่อ social media เพื่อรณรงค์การตรวจการเป็นพาหะของโรคทาลัสซีเมียในการวางแผนครอบครัว พร้อมทั้งอธิบายเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในการตรวจว่าบุตรในครรภ์จะเป็นโรคทาลัสซีเมียหรือไม่



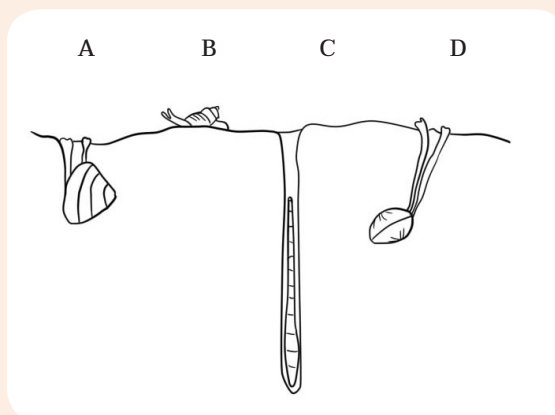
สื่อควรให้ข้อมูลเกี่ยวกับ

- การที่ยีนเป็นหน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม
- รูปแบบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของโรคทาลัสซีเมีย
- การที่ลำดับนิวคลีโอไทด์กำหนดลักษณะโปรตีนที่ส่งผลให้เกิดโรคทาลัสซีเมีย
- การตรวจสอบลำดับนิวคลีโอไทด์เพื่อระบุรูปแบบของแอลลีล

6. จากภาพแสดงลักษณะจะงอยปากของนกชนิดต่าง ๆ (ก-จ) ที่อาศัยและหากินอาหารตามแนวชายหาดด้านฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาเหนือ



ถ้ากำหนดให้ในบริเวณชายหาดแห่งนี้มีสิ่งมีชีวิต 4 ชนิด (A-D) ที่เป็นอาหารของนกชนิดต่าง ๆ ดังภาพ



ถ้าสิ่งมีชีวิตชนิด B ซึ่งอาศัยอยู่บริเวณผิวน้ำทรายเกิดการสูญพันธุ์ไป จงตอบคำถามต่อไปนี้

6.1 นกชนิดใดน่าจะได้รับผลกระทบมากที่สุด เพราะเหตุใด



นกชนิด จ. จะได้รับผลกระทบมากที่สุด เนื่องจากนกชนิดนี้มีความยาวของจะงอยปากสั้นที่สุดทำให้สามารถกินได้เฉพาะหอยที่อยู่บริเวณพื้นผิวทรายเป็นหลัก แต่ไม่สามารถที่จะกินหอยหรือสิ่งมีชีวิตที่อยู่ลึกลงไปในพื้นที่ทรายได้ ขณะที่นกชนิดอื่นมีขนาดของจะงอยปากที่ยาวกว่า จึงสามารถกินอาหารที่อยู่ลึกลงไปได้

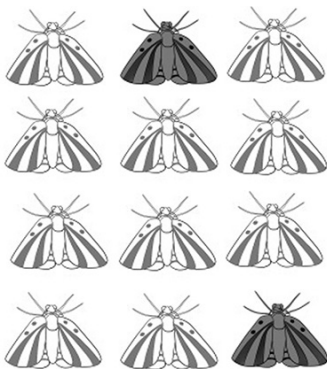
6.2 ถ้านกในข้อ 6.1 กินได้แต่เฉพาะสิ่งมีชีวิตชนิด B เมื่อเวลาผ่านไปหลายชั่วรุ่น จะเกิดอะไรขึ้นกับประชากรนกชนิดนี้



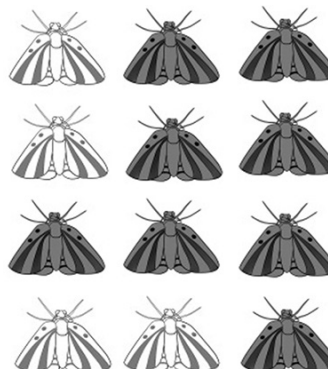
ประชากรของนกชนิด จ. มีแนวโน้มจะลดลงและอาจสูญพันธุ์ได้ในที่สุด

7. จากการศึกษาผีเสื้อกลางคืนชนิดหนึ่ง พบว่าผีเสื้อชนิดนี้มี 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผีเสื้อที่ปีกมีสีจาง และกลุ่มผีเสื้อที่ปีกมีสีเข้มซึ่งสัดส่วนของจำนวนผีเสื้อทั้ง 2 กลุ่มในประชาการนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อม

ถ้าสัดส่วนของจำนวนผีเสื้อทั้ง 2 กลุ่มเป็นดังแผนภาพ

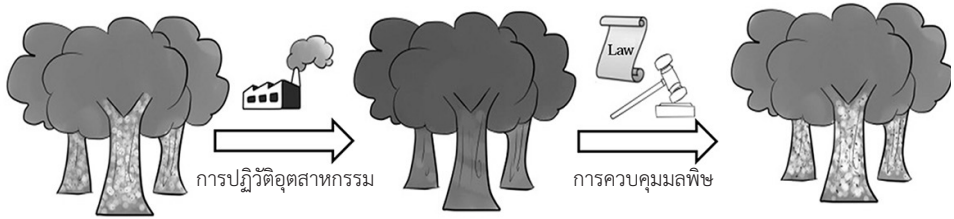


แผนภาพ ก.



แผนภาพ ข.

จงจับคู่แผนภาพแสดงสัดส่วนของจำนวนผีเสื้อให้สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบโดยใช้หลักทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ



มีไลเคนปกคลุมลำต้น

มีเขม่าควันปกคลุมลำต้น

มีไลเคนปกคลุมลำต้น



แผนภาพ ก.

แผนภาพ ข.

แผนภาพ ก.

สัดส่วนของจำนวน
ผีเสื้อในช่วงก่อนยุค
ปฏิวัติอุตสาหกรรม

สัดส่วนของจำนวน
ผีเสื้อในช่วงยุคปฏิวัติ
อุตสาหกรรม

สัดส่วนของจำนวน
ผีเสื้อในช่วงหลังยุค
ปฏิวัติอุตสาหกรรม



เพราะในยุคก่อนปฏิวัติอุตสาหกรรมยังมีมลพิษอยู่น้อยมาก ทำให้ต้นไม้ส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยไลเคน ผีเสื้อที่มีปีกสีจางจึงมีโอกาสดูกินโดยผู้ล่าได้น้อยกว่าผีเสื้อที่มีปีกสีเข้ม ต่อมาเมื่อเกิดการปฏิวัติอุตสาหกรรม เขม่าควันจากโรงงานอุตสาหกรรมทำให้จำนวนไลเคนลดลง และเปลือกไม้มีสีเข้มขึ้นจึงทำให้ผีเสื้อที่มีปีกสีเข้มมีโอกาสรอดสูงกว่าผีเสื้อที่มีปีกสีจาง เมื่อมีการควบคุมมลพิษ ต้นไม้กลับมามีสีอ่อนใหม่อีกครั้ง จึงทำให้สัดส่วนของผีเสื้อที่มีปีกสีจางกลับมาเพิ่มจำนวนขึ้นอีกครั้ง

บทที่



ipst.me/7690

5

| ชีวิตในสิ่งแวดล้อม



ตัวชี้วัด

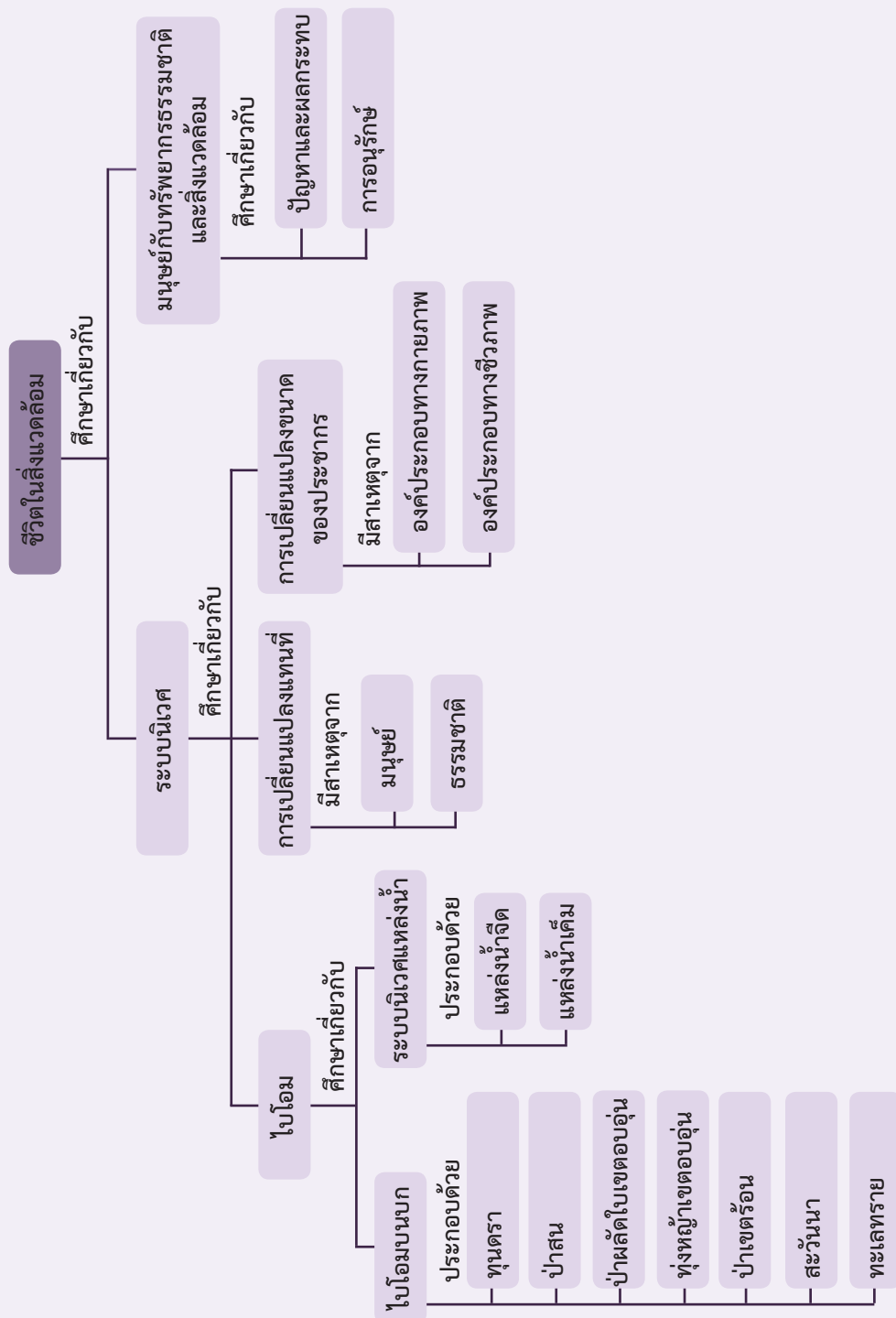
1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอม และยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ
2. สืบค้นข้อมูล อภิปรายสาเหตุ และยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ
3. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
4. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

การวิเคราะห์ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด 1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอม และยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ		
จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. ระบุและเปรียบเทียบองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพที่เป็นลักษณะเฉพาะของไบโอมชนิดต่าง ๆ 2. สืบค้นข้อมูล อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางภูมิศาสตร์และความหลากหลายของไบโอม และยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ		
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. การสังเกต 2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 3. การสร้างสรรค์และนวัตกรรม 4. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ	จิตวิทยาศาสตร์ 1. การใช้วิจารณญาณ 2. ความใจกว้าง 3. ความซื่อสัตย์
ตัวชี้วัด 2. สืบค้นข้อมูล อภิปรายสาเหตุ และยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ		
จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายสาเหตุ และยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์		
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. การสังเกต 2. การจำแนกประเภท 3. การลงความเห็นจากข้อมูล	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	จิตวิทยาศาสตร์ 1. การใช้วิจารณญาณ 2. ความใจกว้าง 3. ความซื่อสัตย์

ตัวชี้วัด 3. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ		
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. การสังเกต 2. การลงความเห็นจากข้อมูล	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	จิตวิทยาศาสตร์ 1. การใช้วิจารณ์ญาณ 2. ความใจกว้าง 3. ความซื่อสัตย์
ตัวชี้วัด 4. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. อธิบายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติของมนุษย์ 2. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และอภิปรายสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในระดับประเทศและระดับโลก และผลกระทบที่เกิดขึ้นกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม 3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม		
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. การสังเกต 2. การจำแนกประเภท 3. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 4. การลงความเห็นจากข้อมูล	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 3. การสร้างสรรค์และนวัตกรรม 4. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ	จิตวิทยาศาสตร์ 1. การใช้วิจารณ์ญาณ 2. ความใจกว้าง 3. ความซื่อสัตย์

ผังมโนทัศน์



สาระสำคัญ

โลกแต่ละบริเวณมีสภาพทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน แบ่งออกได้เป็นหลายเขตตามสภาพภูมิอากาศ ทำให้มีระบบนิเวศที่หลากหลาย และเกิดเป็นความหลากหลายของไบโอม

การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และเกิดจากการกระทำของมนุษย์ การเปลี่ยนแปลงแทนที่เป็นการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เป็นเวลานาน ซึ่งเป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพ ส่งผลให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไปสู่สมดุลจนเกิดสังคมสมบูรณ์ได้

การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในระบบนิเวศทั้งองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร

ประชากรมนุษย์มีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยปราศจากความระมัดระวังและมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดปัญหาต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บางปัญหาส่งผลกระทบในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ หรือระดับโลก การลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การกำจัดของเสียที่เป็นสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อม และการวางแผนจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ดี เป็นแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และลดปัญหาสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืน

เวลาที่ใช้

บทนี้ควรใช้เวลาสอนประมาณ 10 ชั่วโมง

5.1 ระบบนิเวศ

7.0 ชั่วโมง

5.2 มนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3.0 ชั่วโมง

ความรู้ก่อนเรียน

ความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพในระบบนิเวศ



เฉลยตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

ให้นักเรียนใส่เครื่องหมายถูก (✓) หรือ ผิด (✗) หน้าข้อความตามความเข้าใจของนักเรียน



1. ระบบนิเวศประกอบด้วยองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพ



2. ระบบนิเวศที่แตกต่างกันมีองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพที่แตกต่างกัน



3. กลุ่มสิ่งมีชีวิต (community) ที่อาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งที่อยู่เดียวกันในช่วงเวลาเดียวกัน เรียกว่าประชากร



4. สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่อยู่ร่วมกัน



5. องค์ประกอบทางกายภาพส่งผลต่อชนิดของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

5.1 ระบบนิเวศ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุและเปรียบเทียบองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพที่เป็นลักษณะเฉพาะของไบโอมชนิดต่าง ๆ
2. สืบค้นข้อมูล อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางภูมิศาสตร์และความหลากหลายของไบโอม และยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ
3. สืบค้นข้อมูล อภิปรายสาเหตุ และยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์
4. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพต้นกระบองเพชรในทะเลทราย หรือภาพและข้อมูลของตัวอย่างสิ่งมีชีวิตอื่นที่มีลักษณะเหมาะสมกับการดำรงชีวิตในสภาพแวดล้อมของแหล่งที่อยู่ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยครูใช้คำถามนำในการอภิปราย ดังนี้

- ต้นกระบองเพชรที่เห็นในภาพมีลักษณะและรูปแบบการดำรงชีวิตที่สัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในแหล่งที่อยู่อย่างไร
- ในบริเวณอื่น ๆ ของโลกที่มีสภาพแวดล้อมเหมือนและแตกต่างจากในภาพ สิ่งมีชีวิตในบริเวณดังกล่าวจะมีลักษณะอย่างไร

จากนั้นให้นักเรียนทบทวนโดยร่วมกันอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อมของแหล่งที่อยู่เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า สิ่งมีชีวิตจะมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพในบริเวณแหล่งที่อยู่ และทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับความหมายของระบบนิเวศ จากนั้นให้นักเรียนศึกษารูป 5.1 ในหนังสือเรียน ซึ่งแสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในบริเวณต่าง ๆ ของโลกนั้น แล้วตอบคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



อูฐและต้นโกก崗มีลักษณะที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในระบบนิเวศที่อาศัยอยู่อย่างไร



คำตอบอาจมีได้หลากหลายขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียน เช่น ต้นโกก崗มีรากค้า (prop root) ทำให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในดินเลนซึ่งมีน้ำขึ้นน้ำลงได้ อูฐมีขนสีอ่อนที่สามารถสะท้อนรังสีจากดวงอาทิตย์ทำให้ผิวหนังไม่ได้รับรังสีมากเกินไป มีโหนกที่ภายในสะสมไขมันซึ่งเป็นแหล่งพลังงานช่วยให้สามารถดำรงชีวิตในทะเลทรายที่ขาดแคลนอาหารได้

5.1.1 ไบโอม

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูให้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศของบริเวณต่าง ๆ บนโลก เพื่อแสดงให้เห็นว่ามีทั้งบริเวณที่มีสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศคล้ายคลึงกันและแตกต่างกัน ซึ่งบริเวณที่มีสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศคล้ายคลึงกันจะพบระบบนิเวศแบบเดียวกัน จากนั้นให้ความรู้โดยเชื่อมโยงเนื้อหาระบบนิเวศกับไบโอมและให้นักเรียนตอบคำถามชวนคิดในหนังสือเรียน



เฉลยชวนคิด

ไบโอมต่างกับระบบนิเวศอย่างไร



ระบบนิเวศอาจมีขนาดเล็กหรือใหญ่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับการกำหนดขอบเขตในการศึกษา ในขณะที่ไบโอมจะมีขนาดใหญ่ เป็นการศึกษาระบบนิเวศที่อยู่ในแต่ละบริเวณของโลกซึ่งมีลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่หลากหลาย

จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับไบโอมบนบกชนิดต่าง ๆ และบริเวณที่พบ และนำเข้าสู่การอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับลักษณะของไบโอมที่กระจายอยู่ตามบริเวณต่าง ๆ บนโลก เพื่อสรุปความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอมบนบก

จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



เพราะเหตุใดในบริเวณเส้นละติจูดเดียวกันและอยู่ในเขตภูมิอากาศเดียวกันจึงอาจมีไบโอมที่หลากหลาย



คำตอบอาจมีได้หลากหลายขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียน เช่น เกิดจากภูมิอากาศที่แตกต่างกันโดยมีหลายสาเหตุ เช่น ภูมิประเทศที่เป็นภูเขาเป็นแนวบังฝน กระแสน้ำ กระแสลม ซึ่งส่งผลให้แต่ละบริเวณในเขตอุณหภูมิเดียวกันมีอุณหภูมิและปริมาณหยาดน้ำฟ้าที่แตกต่างกัน ทำให้ชนิดของพืชและสัตว์ที่สามารถดำรงชีวิตแตกต่างกันออกไป รวมถึงลักษณะภูมิประเทศอื่น ๆ เช่น ลักษณะทางกายภาพของดิน จึงอาจมีไบโอมที่หลากหลายในเขตภูมิอากาศเดียวกัน ในบริเวณเส้นละติจูดเดียวกัน

จากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรม 5.1 ระบุชนิดของไบโอมบนบก ในหนังสือเรียน



กิจกรรม 5.1 ระบุชนิดของไบโอมบนบก

จุดประสงค์

สืบค้นข้อมูลและอธิบายองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพของไบโอมบนบกชนิดต่าง ๆ

เวลาที่ใช้ (โดยประมาณ) 30 นาที

แนวการจัดกิจกรรม

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งครูอาจยกตัวอย่างแหล่งข้อมูล เช่น เว็บไซต์ หนังสือ หรือเอกสารเสริม ซึ่งคำตอบเกี่ยวกับตัวอย่างสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับองค์ประกอบทางกายภาพของไบโอมที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่อาจมีคำตอบได้หลากหลาย จากนั้นครูอาจให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นในตอนที่ 2 และร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพของไบโอมบนบกชนิดต่าง ๆ

แนวคำตอบของกิจกรรม

ตอนที่ 1

ที่	ข้อมูลสถานที่	ชนิดไบโอม	ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต
1	- มีอุณหภูมิแตกต่างกันมากในแต่ละฤดู และในระหว่างกลางวันและกลางคืน มีปริมาณน้ำฝนต่ำ - พืชส่วนมากมีขนาดเล็กไม่ใหญ่ มีจำนวนน้อย ขึ้นกระจัดกระจาย และมีการปรับตัวเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ	ทะเลทราย	กระบองเพชร อีแก้วนา สุนัขจิ้งจอกทะเลทราย อูฐ

ที่	ข้อมูลสถานที่	ชนิดไบโอม	ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต
2	- อุณหภูมิค่อนข้างสูงตลอดปี ฤดูแล้งยาวนาน - พืชกลุ่มเด่นคือหญ้า และมีต้นไม้ขึ้นกระจัดกระจายแทรกอยู่	สะวันนา	หญ้า ม้าลาย ช้าง ไฮยีนา
3	- อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 25-29 องศาเซลเซียส อุณหภูมิและความชื้นไม่เปลี่ยนแปลงมากตลอดปี - มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตสูง - พืชขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น สามารถแบ่งชั้นตามระดับความสูงของพืชได้หลายชั้น	ป่าเขตร้อน	เฟิน กล้วย ลัก ช้าง
4	- อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 0 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อนอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 30 องศาเซลเซียส - พืชกลุ่มเด่นคือหญ้า	ทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น	หญ้า ไบซัน ม้า แพรรีด็อก (prairie dog)
5	- อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 0 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อนอากาศร้อนและชื้นโดยอุณหภูมิอาจสูงถึง 35 องศาเซลเซียส - มีพืชพรรณที่มีใบกว้าง - สามารถแบ่งเป็น 4 ฤดูได้ชัดเจน คือ ฤดูร้อน ฤดูใบไม้ร่วง ฤดูหนาว ฤดูใบไม้ผลิ	ป่าผลัดใบเขตอบอุ่น	เมเปิล ปีช โอ๊ค
6	- มีอากาศหนาวเย็น มีฤดูหนาวยาวนาน อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่า -10 องศาเซลเซียส - มีพืชพรรณที่ใบมีลักษณะคล้ายเข็ม พืชส่วนใหญ่ไม่ผลัดใบ	ป่าสน หรือ ไทกา หรือ ป่าบอเรียล	สน เสมล็อก มูส หมีสีน้ำตาล
7	- มีช่วงฤดูหนาวยาวนาน มีฤดูร้อนช่วงสั้น ๆ ประมาณ 2 เดือน - ไม่มีต้นไม้ขนาดใหญ่ - น้ำใต้ผิวดินจับตัวแข็งอยู่ตลอดเวลา	ทุนดรา	ไลเคน มอส หญ้า ไม้พุ่มเตี้ย หมีขาว

หมายเหตุ

ตัวอย่างคำที่ใช้สืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต - species in biome
หรืออาจสืบค้นจากเว็บไซต์ทางการของอุทยานแห่งชาติประเทศต่าง ๆ

ตอนที่ 2

สนในไบโอมป่าสน มีทรงตันรูปกรวย (conical shape) ช่วยป้องกันไม่ให้มีหิมะสะสมอยู่บนกิ่งมากเกินไปซึ่งอาจทำให้กิ่งหัก และมีใบรูปเข็มช่วยลดการสูญเสียน้ำจากการคายน้ำ ซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะของไบโอมป่าสนซึ่งมีอากาศหนาวเย็น ในฤดูหนาวน้ำส่วนใหญ่เป็นน้ำแข็งซึ่งพืชไม่สามารถนำมาใช้ได้

จากนั้นครูให้ข้อมูลแก่นักเรียนว่าการจำแนกไบโอมมักจะใช้ชนิดพืชเด่นที่พบในไบโอมนั้น ๆ ในการระบุชนิดของไบโอม ซึ่งระบบนิเวศแหล่งน้ำจะไม่ใช้ลักษณะดังกล่าวจึงไม่นิยมจำแนกไบโอมในน้ำแต่จะจำแนกเป็นระบบนิเวศแหล่งน้ำ และให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลระบบนิเวศแหล่งน้ำแบบต่าง ๆ

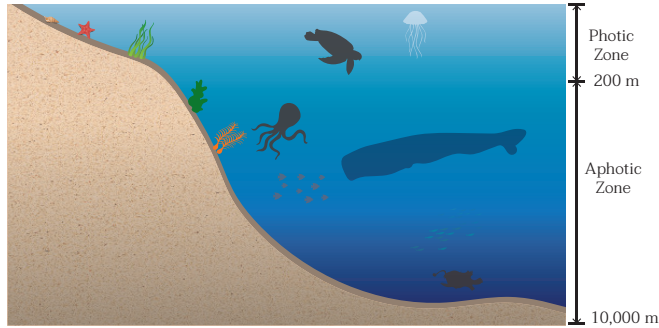


ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

การแบ่งระบบนิเวศแหล่งน้ำ

ระบบนิเวศแหล่งน้ำอาจแบ่งออกเป็น 2 บริเวณตามปริมาณแสง

- บริเวณที่แสงส่องถึง (photic zone) ซึ่งมีแสงเพียงพอสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสง จึงมีสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารและทำหน้าที่ผู้ผลิตได้ เช่น สาหร่าย แพลงก์ตอนพืช และสิ่งมีชีวิตที่กินสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น
- บริเวณที่แสงส่องไม่ถึง (aphotic zone) จึงไม่มีสิ่งมีชีวิตที่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง ชนิดของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในบริเวณนี้จะแตกต่างจากบริเวณที่แสงส่องถึง



ระบบนิเวศแหล่งน้ำเค็มที่มีการแบ่งชั้นตามปริมาณแสง

จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียนซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



เพราะเหตุใดความเข้มข้นของเกลือจึงเป็นปัจจัยในการกำหนดระบบนิเวศแหล่งน้ำ



เพราะสิ่งมีชีวิตในน้ำแต่ละชนิดมีความสามารถในการดำรงชีวิตในน้ำที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือแตกต่างกัน ดังนั้นบริเวณแหล่งน้ำที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือแตกต่างกันจึงมีชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิตแตกต่างกัน และจัดเป็นระบบนิเวศแหล่งน้ำแต่ละแบบ เช่น ในระบบนิเวศแหล่งน้ำจืดซึ่งมีความเข้มข้นของเกลือน้อยกว่าร้อยละ 0.1 ระบบนิเวศแหล่งน้ำเค็มซึ่งมีความเข้มข้นของเกลือประมาณร้อยละ 3 และระบบนิเวศแหล่งน้ำกร่อยซึ่งความเข้มข้นของเกลือมีความแปรผันในรอบวัน



ปริมาณแสงมีความสัมพันธ์กับชนิดของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแหล่งน้ำอย่างไร



ปริมาณแสงเป็นปัจจัยหนึ่งที่กำหนดชนิดของพืช ทั้งพืชบกและพืชน้ำ รวมถึงแพลงก์ตอนพืช ซึ่งชนิดของพืชน้ำและแพลงก์ตอนเป็นปัจจัยที่กำหนดชนิดของสัตว์ที่กินพืชและแพลงก์ตอนนั้นเป็นอาหาร

จากนั้นครูให้นักเรียนทำกิจกรรม 5.2 ท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ในหนังสือเรียน



กิจกรรม 5.2 ท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

จุดประสงค์

สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างไบโอมบนบกและระบบนิเวศแหล่งน้ำชนิดต่าง ๆ

เวลาที่ใช้ (โดยประมาณ) 60 นาที

แนวการจัดกิจกรรม

ในการทำกิจกรรมนี้ครูควรแนะนำให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับลักษณะของการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จากนั้นกำหนดสถานการณ์สมมติและเงื่อนไขต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนออกแบบแพ็คเกจทัวร์ในรูปแบบการท่องเที่ยวเชิงนิเวศและนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การออกบูธ การทำสโปตโฆษณา เพื่อให้นักเรียนในห้องร่วมกันเลือกแพ็คเกจทัวร์ที่คิดว่าน่าสนใจที่สุด ซึ่งครูอาจยกตัวอย่างแหล่งข้อมูล เช่น เว็บไซต์ หนังสือ หรือเอกสารเสริม เพื่อให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล

จากนั้นครูอาจรวบรวมข้อมูลตำแหน่งของสถานที่ท่องเที่ยวและชนิดของไบโอมที่สถานที่ท่องเที่ยวตั้งอยู่จากแพ็คเกจทัวร์ของนักเรียน โดยครูอาจให้ข้อมูลเพิ่มเติมแก่นักเรียนว่าในสถานที่ท่องเที่ยวที่นักเรียนเลือกอาจมีระบบนิเวศหลายแบบซึ่งมีลักษณะคล้ายระบบนิเวศที่พบในไบโอมอื่น ๆ เนื่องจากไบโอมคือบริเวณขนาดใหญ่จะเรียกตามระบบนิเวศที่มักพบในบริเวณนั้น ดังนั้นในแต่ละไบโอมจึงสามารถพบระบบนิเวศที่มีลักษณะคล้ายไบโอมอื่น ๆ ได้เช่นกัน

แนวการวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

- องค์กรประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพของไบโอมชนิดต่าง ๆ ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางภูมิศาสตร์และความหลากหลายของไบโอม ตัวอย่างไบโอมและระบบนิเวศแหล่งน้ำชนิดต่าง ๆ จากการอภิปรายและการอธิบาย การตอบคำถาม ผลการทำกิจกรรม และการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ด้านทักษะ

- การสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา การสร้างสรรค์และนวัตกรรม และความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ จากการตอบคำถาม การทำกิจกรรม การสืบค้นข้อมูล และพฤติกรรมในการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

- การใช้วิจารณญาณ ความใจกว้าง และความซื่อสัตย์ จากการทำกิจกรรม การตอบคำถาม และพฤติกรรมในการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

5.1.2 การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ



บทความ

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพเหตุการณ์ที่ระบบนิเวศถูกรบกวนซึ่งนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงแทนที่ทางนิเวศวิทยา และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยครูใช้คำถามนำในการอภิปราย ดังนี้

- จากภาพเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือมีสาเหตุจากมนุษย์
- หลังจากเหตุการณ์ในภาพ องค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพในบริเวณนั้นจะเป็นอย่างไร

จากการอภิปรายควรได้ข้อสรุปว่าระบบนิเวศอาจถูกรบกวนได้ตลอดเวลา ทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ ซึ่งการรบกวนที่เกิดขึ้นจะส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพในระบบนิเวศนั้น จากนั้นครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่าเมื่อสิ่งรบกวนเหล่านั้นหมดไป ระบบนิเวศจะพยายามปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่ โดยการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เรียกว่าการเปลี่ยนแปลงแทนที่ทางนิเวศวิทยา

จากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงแทนที่ทางนิเวศวิทยา โดยอาจยกตัวอย่างเหตุการณ์โดยใช้รูป 5.12 และ 5.13 ในหนังสือเรียน หรือภาพของสถานที่เดียวกันในช่วงเวลาต่าง ๆ ซึ่งแสดงให้เห็นลำดับขั้นของการเปลี่ยนแปลงแทนที่ทั้งเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ และนำเข้าสู่การอภิปรายเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทาง

กายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพในการเปลี่ยนแปลงแทนที่ทางนิเวศวิทยา เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีความสามารถในการดำรงชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ไม่เหมือนกัน ในขณะที่เดียวกันการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตจะทำให้สภาพแวดล้อมในบริเวณนั้นเปลี่ยนไปจนเหมาะกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่น ๆ มากขึ้น ซึ่งนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ และให้นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



เฉลยตรวจสอบความเข้าใจ



การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในบริเวณที่ถูกทิ้งร้างหลังจากการทำให้ไร้เหลือนลอย และในบริเวณที่เกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร



ความเหมือน	ความแตกต่าง
- เป็นการแทนที่โดยกลุ่มสิ่งมีชีวิตกลุ่มต่าง ๆ ซึ่งส่งผลให้สภาพแวดล้อมทางกายภาพค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงไปจนเหมาะกับการดำรงชีวิตของกลุ่มสิ่งมีชีวิตกลุ่มใหม่ ซึ่งเป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพ ส่งผลให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไปสู่สมดุลจนเกิดสังคมสมบูรณ์	- การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในบริเวณที่ถูกทิ้งร้างหลังจากการทำให้ไร้เหลือนลอยมีสาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในบริเวณที่เกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟเกิดขึ้นโดยธรรมชาติ - บริเวณที่ถูกทิ้งร้างหลังจากการทำให้ไร้เหลือนลอยเป็นบริเวณที่เคยมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ สภาพแวดล้อมยังเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต การเปลี่ยนแปลงแทนที่จนกลายเป็นสังคมสมบูรณ์จึงใช้เวลาน้อยกว่าการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในบริเวณที่เกิดใหม่หลังจากการระเบิดของภูเขาไฟ

จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่และสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ เพื่อตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



เฉลยตรวจสอบความเข้าใจ



ยกตัวอย่างสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และเกิดจากการกระทำของมนุษย์



คำตอบอาจมีได้หลากหลาย ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียนและข้อมูลที่นักเรียนสืบค้นมาได้ เช่น ภูเขาไฟระเบิดซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ไฟไหม้ป่าหรือน้ำท่วมซึ่งอาจมีสาเหตุได้จากการเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์

5.1.3 การเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับความหมายของประชากร และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพในระบบนิเวศ และอาจใช้คำถามดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับองค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบนิเวศซึ่งมีความสัมพันธ์กัน จะส่งผลต่อขนาดของประชากรของสิ่งมีชีวิตหรือไม่ อย่างไร

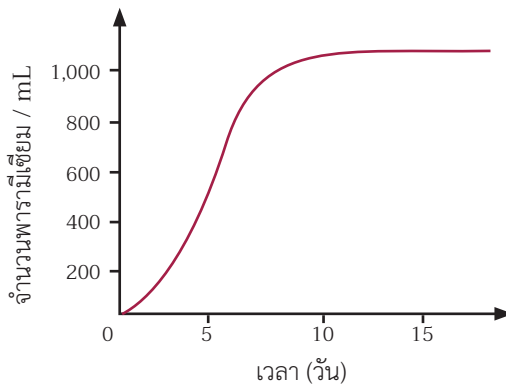
ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ จากนั้นครูอาจนำข่าวที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรของสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพหรือองค์ประกอบทางชีวภาพในระบบนิเวศ มาให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสาเหตุที่ทำให้ขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในข่าวเปลี่ยนแปลงไป และระบุองค์ประกอบทางกายภาพหรือองค์ประกอบทางชีวภาพที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรของสิ่งมีชีวิต และนำเข้าสู่การอภิปรายร่วมกันเพื่อสรุปว่าการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

การเพิ่มขึ้นของขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิต

ขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในระบบนิเวศหนึ่ง ๆ สามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาทั้งจากการเกิด การตาย และการอพยพ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของขนาดของประชากร โดยประชากรสิ่งมีชีวิตในแต่ละบริเวณจะมีรูปแบบการเพิ่มเป็นของตนเอง ประชากรของสิ่งมีชีวิตบางชนิดอาจมีความสามารถในการเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว เช่น แบคทีเรียซึ่งสามารถเพิ่มจำนวนได้ทุก 20 นาที หรือแมลงซึ่งออกไข่ได้ครั้งละจำนวนมาก แต่ในความเป็นจริงนั้นไม่มีประชากรใดที่สามารถเพิ่มขนาดได้โดยไม่มีขีดจำกัด เนื่องจากทรัพยากรที่มีอยู่จำกัดและการแก่งแย่งทรัพยากรกันระหว่างสิ่งมีชีวิต ดังกราฟแสดงประชากรพารามีเซียมด้านล่าง



กราฟแสดงประชากรพารามีเซียม

การศึกษาการเพิ่มจำนวนพารามีเซียมจากการทดลอง พบว่าพารามีเซียมในช่วงเริ่มต้นยังมีจำนวนน้อย ขนาดของประชากรจึงมีการเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ หลังจากนั้นขนาดของประชากรพารามีเซียมจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อม เช่น ปริมาณอาหาร ที่อยู่อาศัย ยังมีเพียงพอ แต่ปัจจัยเหล่านี้ในระบบนิเวศมีความสามารถในการรองรับประชากรได้จำกัด ดังนั้นพารามีเซียมจึงไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้อย่างเต็มศักยภาพตลอดเวลา จนเมื่อถึงจุด ๆ หนึ่ง การเพิ่มขนาดของประชากรนั้นจะหยุดลง ขนาดของประชากรพารามีเซียมจึงคงที่หรือแทบไม่มีการเปลี่ยนแปลงอีก

แนวการวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

- สาเหตุและการเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ และการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ จากการอภิปรายและการตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ

ด้านทักษะ

- การสังเกต การจำแนกประเภท การลงความเห็นจากข้อมูล การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา จากการอภิปราย การสืบค้นข้อมูล และการตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

- การใช้วิจารณญาณ ความใจกว้าง และความซื่อสัตย์ จากการอภิปรายและการตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ

5.2 มนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติของมนุษย์
2. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และอภิปรายสาเหตุของปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในระดับประเทศและระดับโลก และผลกระทบที่เกิดกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ จากนั้นให้นักเรียนศึกษารูป 5.17 และนำเข้าสู่การอภิปรายโดยครูใช้คำถามนำ ดังนี้

- การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของประชากรมนุษย์จะส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบในระบบนิเวศหรือไม่ อย่างไร

จากการอภิปรายนักเรียนควรสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์ส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มากขึ้นและส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบนิเวศมากขึ้นด้วย จากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติประเภทต่าง ๆ ในหนังสือเรียน และอาจให้นักเรียนทำกิจกรรมเสนอแนะ เรื่องการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในชีวิตประจำวัน ในหนังสือเรียน เพื่อสร้างความตระหนักถึงการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเป็นจำนวนมากของมนุษย์



กิจกรรมเสนอแนะ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในชีวิตประจำวัน

จุดประสงค์

1. อธิบายการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติของมนุษย์
2. สำรวจการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในชีวิตประจำวัน และสรุปความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ

เวลาที่ใช้ (โดยประมาณ) 30 นาที

แนวการจัดกิจกรรม

ในการทำกิจกรรมนี้ครูอาจให้นักเรียนสำรวจการใช้ทรัพยากรธรรมชาติจากการประกอบอาชีพของสมาชิกในครอบครัวมาก่อนล่วงหน้า แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างอาชีพกับการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และเมื่อเสร็จสิ้นการทำกิจกรรมแล้วให้นักเรียนร่วมกันสรุปผลเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ และเสนอแนะข้อควรระวังในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติชนิดต่าง ๆ รวมถึงแนวทางในการลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ

5.2.1 ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยอาจใช้ภาพและข้อมูลข่าวเกี่ยวกับปัญหาทรัพยากรธรรมชาติ และให้นักเรียนเชื่อมโยงกับเรื่องการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มากขึ้นของมนุษย์กับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากหนังสือเรียนหรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ เกี่ยวกับปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ และอภิปรายร่วมกันเพื่อสรุปให้ได้ว่าปัญหาที่เกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมนั้นมีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากกิจกรรมของมนุษย์และส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์รวมถึงสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ และให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



มนุษย์จะได้รับสารพิษจากมลพิษได้โดยวิธีใดบ้าง



คำตอบอาจมีได้หลากหลาย ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียนและข้อมูลที่นักเรียนสืบค้นมา เช่น การกิน การสัมผัส การหายใจ

5.2.2 การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนโดยอาจใช้ข้อมูลข่าวแนวทางการแก้ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลแนวทางในการแก้ไขปัญหาและลดผลกระทบที่เกิดขึ้นกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจากหนังสือเรียน โดยการลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การกำจัดของเสียที่เป็นสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อม และการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ ควรบูรณาการร่วมกัน จากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรม 5.3 ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในหนังสือเรียน



บทความ



กิจกรรม 5.3 ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

จุดประสงค์

1. สืบค้นข้อมูลและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และผลกระทบที่เกิดกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

เวลาที่ใช้ (โดยประมาณ) 60 นาที

แนวการจัดกิจกรรม

ในการทำกิจกรรมนี้ครูควรแนะนำให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ จากนั้นกำหนดสถานการณ์สมมติและเงื่อนไขต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเป็นบรรณาธิการข่าว จัดทำข่าวเพื่อนำเสนอเกี่ยวกับหัวข้อปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่นักเรียนสนใจ โดยนำเสนอให้ครอบคลุมตามหัวข้อ 2.1-2.4 ที่ระบุไว้ในหนังสือเรียน และให้อิสระแก่นักเรียนในการเลือกรูปแบบการนำเสนอ เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ สื่อดิจิทัล การจัดรายการวิทยุหรือโทรทัศน์ ซึ่งครูอาจยกตัวอย่างแหล่งข้อมูล เช่น เว็บไซต์ หนังสือ หรือเอกสารเสริม เพื่อให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล

จากนั้นครูนำนักเรียนเข้าสู่การอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับปัญหา และแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในระดับประเทศและระดับโลก



ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

ข้อตกลงเกี่ยวกับการลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจก

ประเทศไทยได้เข้าร่วมพิธีสารเกียวโต ซึ่งว่าด้วยการลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกของประเทศในกลุ่มภาคีในปี พ.ศ.2542 และให้สัตยาบันในปี พ.ศ.2545 และต่อมาได้เข้าร่วมการประชุมรัฐภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สมัยที่ 21 (COP21) ที่กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส เมื่อปลายปี พ.ศ. 2558 ซึ่งว่าด้วยการลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกของประเทศในกลุ่มภาคี การประชุมดังกล่าวถือเป็นครั้งแรกที่ประเทศทั่วโลกบรรลุข้อตกลงทางสภาวะอากาศ ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นข้อตกลงประวัติศาสตร์ มีเป้าหมายหลักเพื่อควบคุมการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกให้น้อยกว่า 2 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับอุณหภูมิโลกในยุคก่อนปฏิวัติอุตสาหกรรม

แนวการวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

- สาเหตุของปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และผลกระทบที่เกิดกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม และแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม จากการอภิปรายและการอธิบาย และผลการทำกิจกรรม

ด้านทักษะ

- การสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา การสร้างสรรค์และนวัตกรรม และความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ จากการสืบค้นข้อมูล การทำกิจกรรม และพฤติกรรมในการนำเสนอ

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

- การใช้วิจารณญาณ ความใจกว้าง และความซื่อสัตย์ จากการอภิปรายและการอธิบาย การทำกิจกรรม และพฤติกรรมในการนำเสนอ



เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 5

- จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณหยาดน้ำฟ้าเฉลี่ยซึ่งเป็นปัจจัยกำหนดชนิดของไบโอมบนบก จงนำชื่อไบโอมที่กำหนดให้เติมลงในช่องว่างในแผนภาพ

ไบโอมทะเลทราย
(desert)

ไบโอมทุนดรา
(tundra)

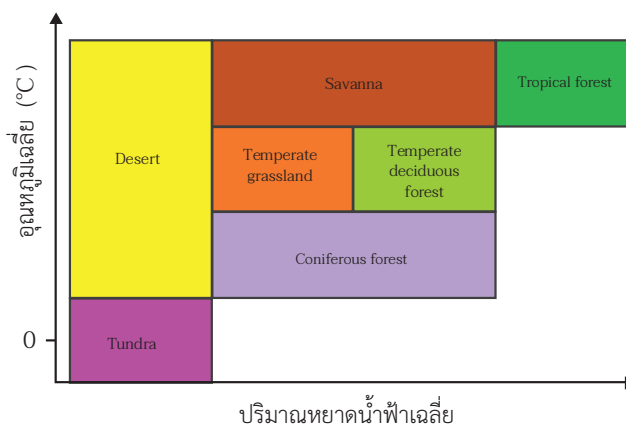
ไบโอมสะวันนา
(savanna)

ไบโอมป่าสน
(coniferous forest)

ไบโอมป่าผลัดใบเขตอบอุ่น
(temperate deciduous forest)

ไบโอมทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น
(temperate grassland)

ไบโอมป่าเขตร้อน
(tropical forest)



2. ในระหว่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในบริเวณที่ถูกทิ้งร้างหลังจากการทำให้เสื่อมลงซึ่งดำเนินมาจนถึงขั้นที่พืชพวกไม้พุ่มเป็นสิ่งมีชีวิตเด่น ถ้าเกิดไฟไหม้จนทำให้พืชในบริเวณนั้นตายไปทั้งหมด สิ่งมีชีวิตที่จะเข้ามาแทนที่ในบริเวณดังกล่าวควรจะเป็นชนิดใด



ควรจะเป็นหญ้าและไม้พุ่มขนาดเล็ก เนื่องจากสภาพแวดล้อมในบริเวณนั้นยังเหมาะแก่การดำรงชีวิต

3. ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรมนุษย์ และมีผลอย่างไร



คำตอบสามารถมีได้หลากหลายขึ้นอยู่กับความรู้เดิมและข้อมูลที่นักเรียนสืบค้นมาได้ เช่น ที่อยู่อาศัย อาหาร โรคระบาด ซึ่งล้วนส่งผลต่อขนาดของประชากรมนุษย์

- ที่อยู่อาศัย ถ้ามีพื้นที่ไม่เพียงพอ ประชากรจะต้องอยู่กันอย่างแออัด ส่งผลให้คุณภาพชีวิตต่ำลง อัตราการตายอาจจะสูงขึ้น ทำให้ขนาดของประชากรลดลง
- อาหาร ถ้ามีปริมาณเพียงพอส่งผลให้ขนาดของประชากรเพิ่มขึ้น
- การเกิดโรคระบาดรุนแรงที่ทำให้เสียชีวิต ส่งผลให้ขนาดของประชากรลดลง

4. จงระบุแหล่งที่มาของการปนเปื้อนในวัฏจักรน้ำซึ่งก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ



แหล่งที่มาของการปนเปื้อนในวัฏจักรน้ำสามารถเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ในอากาศซึ่งมีมลพิษก่อนที่น้ำจะตกลงสู่ผิวโลก หรือการปนเปื้อนระหว่างที่น้ำไหลผ่านดินหรือบริเวณซึ่งอาจมีสารปนเปื้อนก่อนที่จะไหลไปรวมกันในแหล่งน้ำ หรือการปนเปื้อนในแหล่งน้ำซึ่งเกิดจากขยะหรือน้ำทิ้งจากกิจกรรมของมนุษย์

5. ถ้าปะการังถูกทำลายจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในทะเลและต่อมนุษย์อย่างไร



เนื่องจากองค์ประกอบในระบบนิเวศมีความสัมพันธ์กัน การที่ปะการังซึ่งเป็นองค์ประกอบในระบบนิเวศถูกทำลายจึงส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในระบบนิเวศด้วย เช่น ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดในทะเลขาดแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งอาหาร และแหล่งหลบภัย และส่งผลกระทบต่อขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น ๆ และสิ่งมีชีวิตอื่นที่เกี่ยวข้อง การเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในทะเลส่งผลให้ปริมาณสัตว์น้ำที่มนุษย์ใช้เป็นอาหารลดลง นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการท่องเที่ยว

6. การใช้สารเคมีปราบศัตรูพืชพวกหนอนและแมลงจะเกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศอย่างไร ควรใช้หรือไม่ เพราะเหตุใด



คำตอบอาจมีได้หลากหลายควรพิจารณาจากเหตุผลที่นักเรียนอธิบาย เช่น สารเคมีอาจตกค้างอยู่ในระบบนิเวศได้ เช่น ในดินหรือแหล่งน้ำ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในระบบนิเวศ รวมทั้งมนุษย์

- ถ้าใช้ ควรใช้ในปริมาณน้อยและใช้อย่างระมัดระวัง เพราะการใช้สารเคมีมีประโยชน์โดยช่วยกำจัดแมลงที่เป็นศัตรูพืช
- ถ้าไม่ใช้ อาจเปลี่ยนวิธีการปลูก เช่น การปลูกในโรงเรือนปิด หรือเปลี่ยนไปใช้สารสกัดจากธรรมชาติในการกำจัดศัตรูพืชแทนการใช้สารเคมี

ภาคผนวก

ตัวอย่างเครื่องมือวัดและประเมินผล

แบบทดสอบ

การประเมินผลด้วยแบบทดสอบเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน โดยเฉพาะด้านความรู้และความสามารถทางสติปัญญา ครูควรมีความเข้าใจในลักษณะของแบบทดสอบ รวมทั้งข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบรูปแบบต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ในการสร้างหรือเลือกใช้แบบทดสอบให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด โดยลักษณะของแบบทดสอบ รวมทั้งข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบรูปแบบต่าง ๆ เป็นดังนี้

1) แบบทดสอบแบบที่มีตัวเลือก

แบบทดสอบแบบที่มีตัวเลือก ได้แก่ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบทดสอบแบบถูกหรือผิด และแบบทดสอบแบบจับคู่ รายละเอียดของแบบทดสอบแต่ละแบบเป็นดังนี้

1.1) แบบทดสอบแบบเลือกตอบ

เป็นแบบทดสอบที่มีการกำหนดตัวเลือกให้หลายตัวเลือก โดยมีตัวเลือกที่ถูกเพียงหนึ่งตัวเลือก องค์ประกอบหลักของแบบทดสอบแบบเลือกตอบมี 2 ส่วน คือ คำถามและตัวเลือก แต่บางกรณีอาจมีส่วนของสถานการณ์เพิ่มขึ้นมาด้วย แบบทดสอบแบบเลือกตอบมีหลายรูปแบบ เช่น แบบทดสอบแบบเลือกตอบคำถามเดียว แบบทดสอบแบบเลือกตอบคำถามชุด แบบทดสอบแบบเลือกตอบคำถาม 2 ชั้น โครงสร้างดังตัวอย่าง

แบบทดสอบแบบเลือกตอบแบบคำถามเดียวที่ไม่มีสถานการณ์

คำถาม.....

ตัวเลือก

ก.....

ข.....

ค.....

ง.....

แบบทดสอบแบบเลือกตอบแบบคำถามเดียวที่มีสถานการณ์

สถานการณ์.....

คำถาม.....

ตัวเลือก

ก.....

ข.....

ค.....

ง.....

แบบทดสอบแบบเลือกตอบแบบคำถามเป็นชุด

สถานการณ์.....

คำถาม.....

ตัวเลือก

ก.....

ข.....

ค.....

ง.....

คำถามที่ 2

ตัวเลือก

ก.....

ข.....

ค.....

ง.....

แบบทดสอบแบบเลือกตอบแบบคำถาม 2 ชั้น

สถานการณ์.....

คำถาม.....

ตัวเลือก

ก.....

ข.....

ค.....

ง.....

คำถามที่ 2 (ถามเหตุผลของการตอบคำถามที่ 1)

.....

.....

แบบทดสอบแบบเลือกตอบมีข้อดีคือ สามารถใช้วัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้ครอบคลุมเนื้อหาตามจุดประสงค์ สามารถตรวจให้คะแนนและแปลผลคะแนนได้ตรงกัน แต่มีข้อจำกัดคือ ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกอย่างอิสระจึงไม่สามารถวัดความคิดระดับสูง เช่น ความคิดสร้างสรรค์ได้นอกจากนี้นักเรียนที่ไม่มีความรู้สามารถเดาคำตอบได้

1.2) แบบทดสอบแบบถูกหรือผิด

เป็นแบบทดสอบที่มีตัวเลือก ถูกและผิด เท่านั้น มีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ คำสั่งและข้อความให้นักเรียนพิจารณาว่าถูกหรือผิด ดังตัวอย่าง

แบบทดสอบแบบถูกหรือผิด

คำสั่ง ให้พิจารณาว่าข้อความต่อไปนี้ถูกหรือผิด แล้วใส่เครื่องหมาย ✓ หรือ ✗ หน้าข้อความ

- 1. ข้อความ.....
- 2. ข้อความ.....
- 3. ข้อความ.....
- 4. ข้อความ.....
- 5. ข้อความ.....

แบบทดสอบรูปแบบนี้สามารถสร้างได้ง่าย รวดเร็ว และครอบคลุมเนื้อหา สามารถตรวจได้รวดเร็วและให้คะแนนได้ตรงกัน แต่นักเรียนมีโอกาสเดาได้มาก และการสร้างข้อความให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จโดยสมบูรณ์ในบางเนื้อทำได้ยาก

1.3) แบบทดสอบแบบจับคู่

ประกอบด้วยส่วนที่เป็นคำสั่ง และข้อความ 2 ชุด ที่ให้จับคู่กัน โดยข้อความชุดที่ 1 อาจเป็นคำถาม และข้อความชุดที่ 2 อาจเป็นคำตอบหรือตัวเลือก โดยจำนวนข้อความในชุดที่ 2 อาจมีมากกว่าในชุดที่ 1 ดังตัวอย่าง

แบบทดสอบแบบจับคู่

คำสั่ง ให้นำตัวอักษรหน้าข้อความในชุดคำตอบมาเติมในช่องว่างหน้าข้อความในชุดคำถาม

ชุดคำถาม	ชุดคำตอบ
..... 1.	ก.
..... 2.	ข.
..... 3.	ค.
	ง.

แบบทดสอบรูปแบบนี้สร้างได้ง่ายตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน และเดาคำตอบได้ยากเหมาะสำหรับวัดความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างคำหรือข้อความ 2 ชุด แต่ในกรณีที่นักเรียนจับคู่ผิดไปแล้วจะทำให้มีการจับคู่ผิดในคู่อื่น ๆ ด้วย

2) แบบทดสอบแบบเขียนตอบ

เป็นแบบทดสอบที่ให้นักเรียนคิดคำตอบเอง จึงมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นและสะท้อนความคิดออกมาโดยการเขียนให้ผู้อ่านเข้าใจ โดยทั่วไปการเขียนตอบมี 2 แบบ คือ การเขียนตอบแบบเติมคำหรือการเขียนตอบอย่างสั้น และการเขียนตอบแบบอธิบาย รายละเอียดของแบบทดสอบที่มีการตอบแต่ละแบบเป็นดังนี้

2.1) แบบทดสอบเขียนตอบแบบเติมคำหรือตอบอย่างสั้น

ประกอบด้วยคำสั่ง และข้อความที่ไม่สมบูรณ์ซึ่งจะมีส่วนที่เว้นไว้เพื่อให้เติมคำตอบหรือข้อความสั้น ๆ ที่ทำให้ข้อความข้างต้นถูกต้องหรือสมบูรณ์ นอกจากนี้แบบทดสอบยังอาจประกอบด้วยสถานการณ์และคำถามที่ให้นักเรียนตอบโดยการเขียนอย่างอิสระ แต่สถานการณ์และคำถามจะเป็นสิ่งที่กำหนดคำตอบให้มีความถูกต้องและเหมาะสม

แบบทดสอบรูปแบบนี้สร้างได้ง่าย มีโอกาสเดาได้ยาก และสามารถวินิจฉัยคำตอบที่นักเรียนตอบผิดเพื่อให้ทราบถึงข้อบกพร่องทางการเรียนรู้หรือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ แต่การจำกัดคำตอบให้นักเรียนตอบเป็นคำ วลี หรือประโยคได้ยาก ตรวจให้คะแนนได้ยากเนื่องจากบางครั้งมีคำตอบถูกต้องหรือยอมรับได้หลายคำตอบ

2.2) แบบทดสอบเขียนตอบแบบอธิบาย

เป็นแบบทดสอบที่ต้องการให้นักเรียนสร้างคำตอบอย่างอิสระ ประกอบด้วยสถานการณ์และคำถามที่สอดคล้องกัน โดยคำถามเป็นคำถามแบบปลายเปิด

แบบทดสอบรูปแบบนี้ให้อิสระแก่นักเรียนในการตอบจึงสามารถใช้วัดความคิดระดับสูงได้ แต่เนื่องจากนักเรียนต้องใช้เวลาในการคิดและเขียนคำตอบมาก ทำให้ถามได้น้อยข้อ จึงอาจทำให้วัดได้ไม่ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด รวมทั้งตรวจให้คะแนนยาก และการตรวจให้คะแนนอาจไม่ตรงกัน

แบบประเมินทักษะ

เมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริงจะมีหลักฐานร่องรอยที่แสดงไว้ทั้งวิธีการปฏิบัติและผลการปฏิบัติ ซึ่งหลักฐานร่องรอยเหล่านั้นสามารถใช้ในการประเมินความสามารถ ทักษะการคิด และทักษะปฏิบัติได้เป็นอย่างดี

การปฏิบัติการทดลองเป็นกิจกรรมที่สำคัญที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปจะประเมิน 2 ส่วน คือ ประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองและการเขียนรายงานการทดลอง โดยเครื่องมือที่ใช้ประเมินดังตัวอย่าง

ตัวอย่างแบบสำรวจรายการทักษะปฏิบัติการทดลอง

รายการที่ต้องสำรวจ	ผลการสำรวจ	
	มี (ระบุจำนวนครั้ง)	ไม่มี
การวางแผนการทดลอง		
การทดลองตามขั้นตอน		
การสังเกตการทดลอง		
การบันทึกผล		
การอภิปรายผลการทดลองก่อนลงข้อสรุป		

ตัวอย่างแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อย

ทักษะปฏิบัติการทดลอง	คะแนน		
	3	2	1
การเลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลอง	เลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสมกับงาน	เลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองได้ถูกต้องแต่ไม่เหมาะสมกับงาน	เลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองไม่ถูกต้อง
การใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลอง	ใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ	ใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองได้ถูกต้องตามหลักการปฏิบัติแต่ไม่คล่องแคล่ว	ใช้อุปกรณ์/เครื่องมือในการทดลองไม่ถูกต้อง
การทดลองตามแผนที่กำหนด	ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง มีการปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะ	ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ มีการปรับปรุงแก้ไขบ้าง	ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้หรือดำเนินการข้ามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ไม่มีการปรับปรุงแก้ไข

ตัวอย่างแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบมาตรฐานค่า

ทักษะที่ประเมิน	ผลการประเมิน		
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
1. วางแผนการทดลองอย่างเป็นขั้นตอน 2. ปฏิบัติการทดลองได้อย่างคล่องแคล่ว สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้อง เหมาะสม และจัดวางอุปกรณ์เป็นระเบียบ สะดวกต่อการใช้งาน 3. บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง และครบถ้วนสมบูรณ์	ระดับ 3 หมายถึง ปฏิบัติได้ทั้ง 3 ข้อ	ระดับ 2 หมายถึง ปฏิบัติได้ทั้ง 2 ข้อ	ระดับ 1 หมายถึง ปฏิบัติได้ทั้ง 1 ข้อ

ตัวอย่างแนวทางการให้คะแนนการเขียนรายงานการทดลอง

คะแนน		
3	2	1
เขียนรายงานตามลำดับขั้นตอน ผลการทดลองตรงตามสภาพจริงและสื่อความหมาย	เขียนรายงานการทดลองตามลำดับ แต่ไม่สื่อความหมาย	เขียนรายงานโดยลำดับขั้นตอนไม่สอดคล้องกัน และไม่สื่อความหมาย

แบบประเมินคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์

การประเมินจิตวิทยาศาสตร์ไม่สามารถทำได้โดยตรง โดยทั่วไปทำโดยการตรวจสอบพฤติกรรมภายนอกที่ปรากฏให้เห็นในลักษณะของคำพูด การแสดงความคิดเห็น การปฏิบัติหรือพฤติกรรมบ่งชี้ที่สามารถสังเกตหรือวัดได้ และแปลผลไปถึงจิตวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นสิ่งที่ส่งผลให้เกิดพฤติกรรมดังกล่าว เครื่องมือที่ใช้ประเมินคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างแบบประเมินคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับคุณลักษณะที่นักเรียนแสดงออก โดยจำแนก ระดับพฤติกรรมการแสดงออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

- มาก
- หมายถึง นักเรียนแสดงออกในพฤติกรรมเหล่านั้นอย่างสม่ำเสมอ
- ปานกลาง
- หมายถึง นักเรียนแสดงออกในพฤติกรรมเหล่านั้นเป็นครั้งคราว
- น้อย
- หมายถึง นักเรียนแสดงออกในพฤติกรรมเหล่านั้นน้อยครั้ง
- ไม่มีการแสดงออก
- หมายถึง นักเรียนไม่แสดงออกในพฤติกรรมเหล่านั้นเลย

รายการพฤติกรรมการแสดงออก	ระดับพฤติกรรมการแสดงออก			
	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่มีการแสดงออก
ด้านความอยากรู้อยากเห็น 1. นักเรียนสอบถามจากผู้รู้หรือไปศึกษา ค้นคว้าเพิ่มเติม เมื่อเกิดความสงสัยในเรื่องราววิทยาศาสตร์ 2. นักเรียนชอบไปงานนิทรรศการ วิทยาศาสตร์ 3. นักเรียนนำการทดลองที่สนใจไป ทดลองต่อบ้าน				
ด้านความซื่อสัตย์ 1. นักเรียนรายงานผลการทดลองตามที่ ทดลองได้จริง 2. เมื่อทำการทดลองผิดพลาด นักเรียนจะ ลอกผลการทดลองของเพื่อนส่งครู 3. เมื่อครูมอบหมายให้ทำชิ้นงาน ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ นักเรียนจะ ประดิษฐ์ตามแบบที่ปรากฏอยู่ใน หนังสือ				

รายการพฤติกรรมการแสดงออก	ระดับพฤติกรรมการแสดงออก			
	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่มีการแสดงออก
ด้านความใจกว้าง 1. แม้ว่านักเรียนจะไม่เห็นด้วยกับการสรุปผลการทดลองในกลุ่ม แต่ก็ยอมรับผลสรุปของสมาชิกส่วนใหญ่ 2. ถ้าเพื่อนแย้งวิธีการทดลองของนักเรียน และมีเหตุผลที่ดีกว่า นักเรียนพร้อมที่จะนำข้อเสนอแนะของเพื่อนไปปรับปรุงงานของตน 3. เมื่องานที่นักเรียนตั้งใจและทุ่มเททำ ถูกตำหนิหรือโต้แย้ง นักเรียนจะหมดกำลังใจ				
ด้านความรอบคอบ 1. นักเรียนสรุปผลการทดลองทันทีเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง 2. นักเรียนทำการทดลองซ้ำ ๆ ก่อนที่จะสรุปผลการทดลอง 3. นักเรียนตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ก่อนทำการทดลอง				
ด้านความมุ่งมั่นอดทน 1. ถึงแม้ว่างานค้นคว้าที่ทำอยู่มีโอกาสำเร็จได้ยาก นักเรียนจะยังค้นคว้าต่อไป 2. นักเรียนล้มเลิกการทดลองทันที เมื่อผลการทดลองที่ได้ขัดจากที่เคยได้เรียนมา 3. เมื่อทราบว่าชุดการทดลองที่นักเรียนสนใจต้องใช้ระยะเวลาในการทดลองนาน นักเรียนก็เปลี่ยนไปศึกษาชุดการทดลองที่ใช้เวลาน้อยกว่า				

รายการพฤติกรรมการแสดงออก	ระดับพฤติกรรมการแสดงออก			
	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่มีการแสดงออก
เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ 1. นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันอยู่เสมอ 2. นักเรียนชอบทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 3. นักเรียนสนใจติดตามข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์				

วิธีการตรวจให้คะแนน

ตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์โดยกำหนดน้ำหนักของตัวเลือกในช่องต่าง ๆ เป็น 4 3 2 1 ข้อความที่มีความหมายเป็นทางบวก กำหนดให้คะแนนแต่ละข้อความดังนี้

ระดับพฤติกรรมการแสดงออก	คะแนน
มาก	4
ปานกลาง	3
น้อย	2
ไม่มีการแสดงออก	1

ส่วนของข้อความที่มีความหมายเป็นทางลบการกำหนดให้คะแนนในแต่ละข้อความจะมีลักษณะเป็นตรงกันข้าม

การประเมินการนำเสนอผลงาน

การประเมินผลและให้คะแนนการนำเสนอผลงานใช้แนวทางการประเมินเช่นเดียวกับการประเมินภาระงานอื่น คือ การใช้คะแนนแบบภาพรวม และการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) การให้คะแนนในภาพรวม เป็นการให้คะแนนที่ต้องการสรุปภาพรวมจึงประเมินเฉพาะประเด็นหลักที่สำคัญ ๆ เช่น การประเมินความถูกต้องของเนื้อหา ความรู้และการประเมินสมรรถภาพด้านการเขียนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวม ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินความถูกต้องของเนื้อหาความรู้ (แบบภาพรวม)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
เนื้อหาไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ต้องปรับปรุง
เนื้อหาถูกต้องแต่ให้สาระสำคัญน้อยมาก และไม่ระบุแหล่งที่มาของความรู้	พอใช้
เนื้อหาถูกต้อง มีสาระสำคัญ แต่ยังไม่ครบถ้วน มีการระบุแหล่งที่มาของความรู้	ดี
เนื้อหาถูกต้อง มีสาระสำคัญครบถ้วน และระบุแหล่งที่มาของความรู้ชัดเจน	ดีมาก

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินสมรรถภาพด้านการเขียน (แบบภาพรวม)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
เขียนสับสน ไม่เป็นระบบ ไม่บอกปัญหาและจุดประสงค์ ขาดการเชื่อมโยง เนื้อหาบางส่วนไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์ ใช้ภาษาไม่เหมาะสมและสะกดคำ ไม่ถูกต้อง ไม่อ้างอิงแหล่งที่มาของความรู้	ต้องปรับปรุง
เขียนเป็นระบบแต่ไม่ชัดเจน บอกจุดประสงค์ไม่ชัดเจน เนื้อหาถูกต้องแต่มีรายละเอียดไม่เพียงพอ เนื้อหาบางตอนไม่สัมพันธ์กัน การเรียบเรียงเนื้อหาไม่ต่อเนื่อง ใช้ภาษาถูกต้อง อ้างอิงแหล่งที่มาของความรู้	พอใช้
เขียนเป็นระบบ แสดงให้เห็นโครงสร้างของเรื่อง บอกความสำคัญและที่มาของปัญหา จุดประสงค์ แนวคิดหลักไม่ครอบคลุมประเด็นสำคัญทั้งหมด เนื้อหาบางตอนเรียบเรียงไม่ต่อเนื่อง ใช้ภาษาถูกต้อง มีการยกตัวอย่าง รูปภาพ แผนภาพประกอบ อ้างอิงแหล่งที่มาของความรู้	ดี
เขียนเป็นระบบ แสดงให้เห็นโครงสร้างของเรื่อง บอกความสำคัญและที่มาของปัญหา จุดประสงค์ แนวคิดหลักได้ครอบคลุมประเด็นสำคัญทั้งหมด เรียบเรียงเนื้อหาได้ต่อเนื่อง ใช้ภาษาถูกต้อง ชัดเจนเข้าใจง่าย มีการยกตัวอย่าง รูปภาพ แผนภาพประกอบ อ้างอิงแหล่งที่มาของความรู้	ดีมาก

2) การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อย เป็นการประเมินเพื่อต้องการนำผลการประเมินไปใช้พัฒนางานให้มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ และพัฒนาคุณภาพให้สูงขึ้นกว่าเดิมอย่างต่อเนื่อง โดยใช้เกณฑ์ย่อย ๆ ในการประเมินเพื่อให้รู้ทั้งจุดเด่นที่ควรส่งเสริมและจุดด้อยที่ควรแก้ไขปรับปรุงการทำงานในส่วนนั้น ๆ เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อย มีตัวอย่างดังนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินสมรรถภาพ (แบบแยกองค์ประกอบย่อย)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ด้านการวางแผน	
ไม่สามารถออกแบบได้ หรือออกแบบได้แต่ไม่ตรงกับประเด็นปัญหาที่ต้องการเรียนรู้	ต้องปรับปรุง
ออกแบบได้ตามประเด็นสำคัญของปัญหาเป็นบางส่วน	พอใช้
ออกแบบครอบคลุมประเด็นสำคัญของปัญหาเป็นส่วนใหญ่ แต่ยังไม่ชัดเจน	ดี
ออกแบบได้ครอบคลุมทุกประเด็นสำคัญของปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนที่ชัดเจน และตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการ	ดีมาก
ด้านการดำเนินการ	
ดำเนินการไม่เป็นไปตามแผน ใช้อุปกรณ์และสื่อประกอบถูกต้องแต่ไม่คล่องแคล่ว	ต้องปรับปรุง
ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ใช้อุปกรณ์และสื่อประกอบถูกต้องแต่ไม่คล่องแคล่ว	พอใช้
ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ใช้อุปกรณ์และสื่อประกอบการสาธิตได้อย่างคล่องแคล่วและเสร็จทันเวลา ผลงานในบางขั้นตอนไม่เป็นไปตามจุดประสงค์	ดี
ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ใช้อุปกรณ์และสื่อประกอบได้ถูกต้อง คล่องแคล่ว และเสร็จทันเวลา ผลงานทุกขั้นตอนเป็นไปตามจุดประสงค์	ดีมาก

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ด้านการอธิบาย	
อธิบายไม่ถูกต้อง ขัดแย้งกับแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์	ต้องปรับปรุง
อธิบายโดยอาศัยแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ แต่การอธิบายเป็นแบบพรรณนาทั่วไปซึ่งไม่คำนึงถึงการเชื่อมโยงกับปัญหาทำให้เข้าใจยาก	พอใช้
อธิบายโดยอาศัยแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ ตรงตามประเด็นของปัญหาแต่ข้ามไปในบางขั้นตอน ใช้ภาษาได้ถูกต้อง	ดี
อธิบายตามแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ ตรงตามประเด็นของปัญหาและจุดประสงค์ ใช้ภาษาได้ถูกต้องเข้าใจง่าย สื่อความหมายได้ชัดเจน	ดีมาก

บรรณานุกรม

- คณะกรรมการวิชาสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีและชีวิต ฝ่ายวิชาบูรณาการ หมวดวิชาศึกษาทั่วไป. (2557). **สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีและชีวิต** (พิมพ์ครั้งที่ 11). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน. (2549). **ชีววิทยา 2** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: บริษัทด้านสุทธาการพิมพ์ จำกัด.
- จิรากรณ์ คชเสนี. (2553). **นิเวศวิทยาพื้นฐาน** (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธวัชชัย สันติสุข. (2555). **ป่าของประเทศไทย** (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.
- นิวัติ เรืองพานิช. (2546). **นิเวศวิทยา ทรัพยากรธรรมชาติ** (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ลิลลี่ กาวีตะ. (2546). **การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานและพัฒนาการของพืช** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ลิลลี่ กาวีตะ, มาลี ณ นคร, ศรีสม สุวรรณวงศ์ และสุริยา ตันติวิวัฒน์. (2549). **สรีรวิทยาของพืช** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). **หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน ชีววิทยา** (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). **หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ คุณภาพของสิ่งมีชีวิต** (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). **หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม** (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). **หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1** (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). **หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2** (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). **หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3** (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). **หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 4** (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). **หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 5** (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). **หนังสือเรียนรู้เพิ่มเติมเพื่อเสริมศักยภาพวิทยาศาสตร์ พื้นฐานชีววิทยา Biology ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: บริษัท พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.
- สมาคมโรคติดเชื้อในเด็กแห่งประเทศไทย. (2559). **ตารางการให้วัคซีนในเด็กไทยปกติ โดยสมาคมโรคติดเชื้อในเด็กแห่งประเทศไทย 2559**. สืบค้นเมื่อ 10 มิถุนายน 2560, จาก <http://www.pidst.net/A478.html>
- สมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย. (2559). **โรคไต โรคไตเรื้อรัง และไตวาย เหมือนหรือต่างกันหรือไม่อย่างไร?**. สืบค้นเมื่อ 22 พฤษภาคม 2560, จาก <http://www.nephrothai.org/en/faq>
- อัจฉริยา รังษิรุจิ. (2555). **วิวัฒนาการ: จากทฤษฎีสู่การประยุกต์** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด.
- Brooker, R.J. (2015). **Genetics: Analysis & Principles** (5th ed). New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Cain, M. L., Bowman, W. D. & Hacker, S. D. (2014). **Ecology** (3rd ed). Sunderland, MA: Sinauer Associates, Inc.
- Campbell, N. A., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Reece, J. B. (2018). **Biology: A Global Approach** (11th ed). New York: Pearson Education Limited.
- Enger, E.D. & Smith, B. F. (2010). **Environmental Science : A Study of Interrelationships** (12th ed). New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Evert, R. F. & Eichhorn, S. E. (2013). **Raven Biology of Plants** (8th ed). New York: W.H. Freeman and Company Publishers.
- Fareed, M., Anwar, M.A. & Afzal, M. (2015). Prevalence and gene frequency of color vision impairments among children of six populations from North Indian region. **Genes and Diseases**, 2(2), 211-218.
- Hall, B.K. & Hallgrimsson, B. (2014). **Strickberger's Evolution** (5th ed). Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning.

- Hoefnagels, M. (2016). **Biology: the Essentials** (2nd ed). New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Mayr, E. (2003). **The growth of biological thought: Diversity, Evolution and Inheritance** (12th ed). Cambridge, Mass: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Miller, G. T. & Spoolman, S.E. (2013). **Environmental Science** (14th ed). Pacific Grove.
- Rosenbaum, P.A. (2011). **Volpe's Understanding Evolution** (7th ed). New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Saladin, Kenneth S. (2010). **Anatomy & Physiology : The Unity of Form and Function** (5th ed). New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Shier, D., Butler, J., & Lewis, R. (2009). **Hole's Essential of Human Anatomy & Physiology** (10th ed). New York: McGraw-Hill Companies, Inc.

**คณะกรรมการจัดทำคู่มือครูตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551**

คณะที่ปรึกษา

- | | |
|------------------------|---|
| 1. ดร.พรพรรณ ไทยางกูร | ผู้อำนวยการ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 2. รศ.ดร.สัญญา มิตรเอม | รองผู้อำนวยการ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |

**คณะผู้จัดทำคู่มือครู รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. รศ.ดร.ธีรพงษ์ บัวบูชา | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. ดร.วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์ | ผู้ช่วยผู้อำนวยการ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 3. ศ.ดร.ไพศาล สิทธิกรกุล | ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 4. นายธีรพัฒน์ เวชชประสิทธิ์ | ผู้อำนวยการสาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 5. รศ.ดร.วีระวรรณ สิทธิกรกุล | ผู้เชี่ยวชาญ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 6. นางเพ็ชรรัตน์ ศรีวิลัย | ผู้เชี่ยวชาญ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 7. ผศ.ดร.พัชนี สิงห์อาษา | ผู้ชำนาญ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 8. นายณรงค์ พ่วงศรี | ผู้ชำนาญ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 9. ดร.ปารวีร์ เล็กประเสริฐ | นักวิชาการอาวุโส สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |

- | | |
|---------------------------------|--|
| 10. ดร.ขวัญชนก ศรีทาสุข | นักวิชาการ สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 11. นางสาวปาณิก เวียงชัย | นักวิชาการ สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 12. นางสาวปยุณยาพร บริเวธานันท์ | นักวิชาการ สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |

**คณะผู้ร่วมพิจารณาคู่มือครู รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ฉบับร่าง)**

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. รศ.ดร.กิ่งแก้ว วัฒนเสริมกิจ | นักวิชาการอิสระ |
| 2. ผศ.เรณู ถาวโรฤทธิ์ | นักวิชาการอิสระ |
| 3. นายปราโมทย์ ศรีคงคา | โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า
กรุงเทพมหานคร |
| 4. นายวิวัฒน์ สุภพิทักษ์กุล | โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) กรุงเทพมหานคร |
| 5. น.ส.จันทร์จิรา รัตนไพบูลย์ | โรงเรียนปทุมคงคา กรุงเทพมหานคร |
| 6. นายปิยะ มีนา | โรงเรียนนิคมวิทยา จ.ระยอง |
| 7. นายชาญชัย ผลอุบัติ | โรงเรียนเมืองหลังสวน จ.ชุมพร |
| 8. นางพนิดา แก้วมาลา | โรงเรียนเทิงวิทยาคม จ.เชียงราย |
| 9. น.ส.อังคนางค์ เชื้อเจ็ดตน | โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม จ.เชียงราย |
| 10. นายพิเชษฐ์ จันทรผ่อง | โรงเรียนอุตรดิตถ์ จ.อุตรดิตถ์ |
| 11. น.ส.สุวดี สาลี | โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จ.นครราชสีมา |
| 12. นางศรีวิมล เสคนต์ | โรงเรียนสตรีพัทลุง จ.พัทลุง |
| 13. ดร.สุนัดดา โยมญาติ | ผู้อำนวยการ สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 14. ดร.นันทยา อัครอารีย์ | นักวิชาการ สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |

- | | |
|----------------------------|--|
| 15. นางสาววิลาส รัตนานุกูล | นักวิชาการ สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 16. ดร.ภัสสิลา อุดร | นักวิชาการ สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |

คณะกรรมการ

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. ผศ.เรณู ถาวโรฤทธิ์ | นักวิชาการอิสระ |
| 2. รศ.ดร.ธีรพงษ์ บัวบูชา | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 3. ศ.ดร.ไพศาล ลิทธิกรกุล | ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 4. ดร.วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์ | ผู้ช่วยผู้อำนวยการ
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 5. นายธีรพัฒน์ เวชขประสิทธิ์ | ผู้อำนวยการสาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |



สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ