



หนังสือเรียน

รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชีววิทยา

ชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ ๔ เล่ม ๑

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

จัดทำโดย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

พิมพ์ครั้งที่ ๔

ISBN 978-616-576-351-6

จำนวน ๑๒๐,๐๐๐ เล่ม พ.ศ. ๒๕๖๖

จัดจำหน่ายโดย

องค์การค้าของ สกสค. พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว

๒๒๔๙ ถนนลาดพร้าว วังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

❖ มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ



ประกาศสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

เรื่อง อนุญาตให้ใช้สื่อการเรียนรู้ในสถานศึกษา

ด้วยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เล่ม ๑ ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้พิจารณาแล้ว อนุญาตให้ใช้ในสถานศึกษาได้

ประกาศ ณ วันที่ ๕ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๗

ว่าที่ร้อยตรี

(ธนุ วงษ์จินดา)

เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำนำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มีอำนาจหน้าที่ในการพัฒนา หลักสูตร วิธีการเรียนรู้ การประเมินผล การจัดทำหนังสือเรียน แบบฝึกหัด และสื่อการเรียนรู้ทุกประเภท ที่ใช้ประกอบการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เล่ม ๑ นี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จัดทำขึ้นตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ เพื่อให้สถานศึกษาพิจารณาเทียบเคียงกับหลักสูตรสถานศึกษา และพิจารณาเลือกใช้หนังสือนี้ประกอบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับหลักสูตรสถานศึกษาของตนได้ ตามความเหมาะสม

กระทรวงศึกษาธิการหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ ในรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐาน การศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ตลอดจนบุคคลและหน่วยงานอื่น ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดทำไว้ ณ โอกาสนี้

ว่าที่ร้อยตรี

(ธนุ วงษ์จินดา)

เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำชี้แจง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช ๒๕๕๑ โดยมีจุดเน้นเพื่อต้องการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถที่ทัดเทียมกับนานาชาติ ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑ ซึ่งในปีการศึกษา ๒๕๖๑ เป็นต้นไป โรงเรียนจะต้องใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) สสวท. จึงได้จัดทำหนังสือเรียนที่เป็นไปตามมาตรฐานหลักสูตรเพื่อให้โรงเรียนได้ใช้สำหรับจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เล่ม ๑ นี้ มีผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมที่ครอบคลุมเนื้อหาบางส่วนที่ปรากฏตามตัวชี้วัดของรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ชีวภาพ โดยเมื่อผู้เรียนเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา เล่ม ๑ - เล่ม ๖ ครบทุกชั้นปีในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ - ๖ แล้วจะสามารถบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามตัวชี้วัดของรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ชีวภาพได้ และในขณะเดียวกันก็สามารถต่อยอดเนื้อหาจากรายวิชาพื้นฐานไปสู่เนื้อหาในรายวิชาเพิ่มเติมได้โดยไม่ต้องเสียเวลาเรียนซ้ำซ้อน ทั้งนี้หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา เล่ม ๑ นี้ มีเนื้อหาที่จำเป็นที่ต้องเรียนประกอบด้วยเรื่องการศึกษาชีววิทยา เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต เซลล์ และการทำงานของเซลล์ ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ หรือประกอบอาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม วัสดุศาสตร์ อุตุนิยมวิทยา ธรณีวิทยา ฯลฯ โดยเน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา เชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญรวมทั้งกิจกรรมที่ผู้เรียนสามารถคิดค้นและออกแบบการทดลองด้วยตนเอง มีแบบตรวจสอบความรู้ความเข้าใจก่อนเรียน มีแบบฝึกหัดเพื่อให้ตรวจสอบความรู้หลังจากที่เรียนไปแล้ว รวมทั้งสรุปความรู้ในแต่ละบทด้วย ในการจัดทำหนังสือเรียนเล่มนี้ ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิชาการอิสระ คณาจารย์ทั้งหลาย รวมทั้งครูผู้สอน นักวิชาการจากสถาบันและสถานศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชน จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา เล่ม ๑ นี้ จะเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนและผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ที่จะช่วยให้การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล หากมีข้อเสนอแนะใดที่จะทำให้นี้หนังสือเรียนเล่มนี้ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โปรดแจ้ง สสวท. ทราบด้วย จะขอบคุณยิ่ง

ส. กิจ

(รองศาสตราจารย์ธีระเดช เกียรติสุขสกุล)

ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ

ข้อแนะนำทั่วไปในการใช้หนังสือเรียน

หนังสือเรียนเป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ในการศึกษาเนื้อหาที่สำคัญ และเกิดทักษะที่จำเป็นที่สอดคล้องกับมาตรฐานและสาระการเรียนรู้ รวมทั้งยังมีสื่อที่ช่วยเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยสามารถเชื่อมต่อไปยังหน้าเว็บไซต์รายการสื่อได้จาก QR code หรือ URL ที่อยู่ประจำแต่ละบท การทำความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์หรือข้อความตามหัวข้อต่าง ๆ ที่ปรากฏในหนังสือเรียน จะช่วยให้นักเรียนใช้หนังสือเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสัญลักษณ์หรือข้อความตามหัวข้อต่าง ๆ ที่ปรากฏในหนังสือเรียน มีดังนี้

1	คำถามสำคัญ  คำถามประจำบทที่ผู้เรียนต้องอาศัยความรู้ทั้งหมดในบทเรียนในการตอบคำถาม ซึ่งผู้เรียนควรตอบได้หลังจากได้เรียนรู้ในบทนั้นแล้ว	2	จุดประสงค์การเรียนรู้  เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดความรู้หรือทักษะหลังจากผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ ซึ่งผู้เรียนควรศึกษาทำความเข้าใจก่อนเริ่มเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ
3	ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน  ชุดคำถามที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน ซึ่งผู้เรียนควรตอบคำถามให้ถูกต้องทั้งหมด หากไม่ถูกต้องควรทบทวนเนื้อหาในก่อนเริ่มการเรียนรู้เรื่องใหม่ในแต่ละบท	4	ชวนคิด  คำถามระหว่างเรียนที่เชื่อมโยงหรือต่อยอดความรู้เดิมที่ศึกษาแล้วกับความรู้ใหม่หรือความรู้ในศาสตร์อื่น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์หรือความต่อเนื่องของเนื้อหา
5	ตรวจสอบความเข้าใจ  คำถามระหว่างเรียนที่ช่วยประเมินการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ตรวจสอบว่า ตนเองมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาแล้วหรือยัง	6	ลองทำดู  การปฏิบัติที่ช่วยเสริมความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติด้วยตนเองนอกเวลาเรียนได้

7	กิจกรรม	8	ตัวอย่าง
	การปฏิบัติที่ช่วยในการเรียนรู้เนื้อหาหรือฝึกฝนให้เกิดทักษะตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน โดยอาจเป็นการทดลอง การสืบค้นข้อมูล หรือกิจกรรมอื่น ๆ ซึ่งผู้เรียนควรลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง		การแสดงแนวทางการตอบคำถามหรือการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษาเพื่อเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนมากขึ้น
9	กิจกรรมเสนอแนะ	10	ความรู้เพิ่มเติม
	การปฏิบัติที่ช่วยเสริมความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน ซึ่งอาจเป็นกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติในห้องเรียนหรือนอกเวลาเรียนได้		ความรู้ที่เพิ่มเติมจากเนื้อหาในบทเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น โดยไม่มีการวัดและประเมินผล
11	รู้หรือไม่	12	การเชื่อมโยงความรู้
	ความรู้ที่เชื่อมโยงให้เห็นความสอดคล้องของเนื้อหาบทเรียนกับปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน		เนื้อหาที่แสดงความเชื่อมโยงของความรู้ในบทเรียนกับความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ความรู้ในชีวิตประจำวัน หรือความรู้ที่ใช้ในอาชีพต่าง ๆ
13	กรณีศึกษา	14	สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน
	ตัวอย่างข้อมูลจากการศึกษาหรืองานวิจัยที่สอดคล้องกับความรู้ในบทเรียน เพื่อให้ นักเรียนศึกษาวิเคราะห์จากกรณีจริง		การสรุปเนื้อหาสำคัญภายในบทเรียน เพื่อช่วยให้เห็นภาพรวมของเนื้อหาทั้งหมด
15	แบบฝึกหัดท้ายบท	16	สื่อ AR (Augmented Reality)
	คำถามท้ายบทเรียนสำหรับให้ผู้เรียนตรวจสอบความเข้าใจหลังจากเรียนจบบทเรียนแล้ว ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้เป็นข้อมูลในการทบทวนเนื้อหาที่ยังไม่เข้าใจได้		สื่อเสริมการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยี AR ผู้เรียนสามารถดาวน์โหลดเพื่อใช้งานผ่านแอปพลิเคชัน "AR วิทย ม.ปลาย"

สารบัญ	บทที่ 1 - 3	
บทที่	เนื้อหา	หน้า
1	1 การศึกษาชีววิทยา 1 1.1 ธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต 4 1.2 การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 21 1.3 กิจกรรมสะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 37 การศึกษาชีววิทยา สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน 55 แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 1 57	
2	2 เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต 61 2.1 อะตอม ธาตุและสารประกอบ 65 2.2 น้ำ 71 2.3 สารประกอบคาร์บอนในสิ่งมีชีวิต 75 2.4 ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต 102 เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน 128 แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 2 130	



คำถามสำคัญ

1. ลักษณะเฉพาะที่บ่งบอกถึงความเป็นสิ่งมีชีวิตนั้นเป็นอย่างไร
2. วิธีการศึกษาชีววิทยากับวิธีการศึกษาวิทยาศาสตร์มีหลักการที่เหมือนกันอย่างไร
3. กิจกรรมเพิ่มเติมศึกษาที่ใช้วิธีการบูรณาการความรู้เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงมีข้อดีอย่างไร



จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบายลักษณะเฉพาะที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต
2. ออกแบบ ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต
3. สืบค้นข้อมูล ออกแบบ และทดลองเกี่ยวกับอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
4. อธิบายความสัมพันธ์ของการจัดระบบในสิ่งมีชีวิตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้
5. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปข้อบ่งชี้ของศาสตร์ต่าง ๆ ทางด้านชีววิทยา
6. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และยกตัวอย่างประโยชน์ของการศึกษาชีววิทยาต่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
7. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับชีวจริยธรรม
8. อธิบายวิธีทางวิทยาศาสตร์ และยกตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์ของไทยและผลงานที่ศึกษา
9. อภิปราย และระบุความสำคัญของการตั้งปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา สมมติฐาน และวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน
10. ออกแบบการทดลอง และทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จากตัวอย่างการศึกษา
11. อธิบาย และบอกความสำคัญของเพิ่มเติมศึกษาที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
12. เปรียบเทียบความเหมือนหรือความแตกต่างระหว่างวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
13. ออกแบบกิจกรรมตามแนวทางเพิ่มเติมศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม



ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

ให้นักเรียนใส่เครื่องหมายถูก (✓) หรือผิด (×) หน้าข้อความตามความเข้าใจของนักเรียน

- ☐ 1. การสืบพันธุ์เป็นลักษณะที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตทำให้มีการเพิ่มจำนวนสิ่งมีชีวิตที่เป็นสปีชีส์เดียวกันและต่างสปีชีส์ได้
- ☐ 2. พืชจะมีความแตกต่างจากสัตว์ตรงที่มีอายุขัยและขนาดที่ไม่จำกัด
- ☐ 3. จรรยาบรรณในการใช้สัตว์เพื่อการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ ควรใช้สัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายที่ไม่ซับซ้อนแทนสัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายซับซ้อน
- ☐ 4. นักชีววิทยาโมเลกุล สนใจศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของสารชีวโมเลกุลและการเปลี่ยนแปลงของสารที่เกิดขึ้นภายในร่างกายสิ่งมีชีวิต
- ☐ 5. การสังเกตเป็นจุดเริ่มต้นของการค้นพบปัญหา ผู้ที่มีความละเอียดรอบคอบในการสังเกตจะช่วยให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว
- ☐ 6. ทฤษฎีคือสมมติฐานที่ได้ผ่านการตรวจสอบแล้วหลายครั้งว่าเป็นจริงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวาง
- ☐ 7. การทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่มีการออกแบบและทำการทดลองที่ดี จะได้ผลการทดลองที่อาจจะสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้
- ☐ 8. ชีววิทยาประกอบด้วยส่วนที่เป็นความรู้ (knowledge) และทักษะ (skills)
- ☐ 9. การตั้งปัญหาหรือการระบุปัญหาเป็นขั้นตอนที่สำคัญของวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
- ☐ 10. วิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีขั้นตอนที่สำคัญเหมือนกันแต่ต่างกันตรงการนำไปใช้ในการศึกษา

วิชาชีววิทยาเป็นการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต การมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของสิ่งมีชีวิตและธรรมชาติของชีววิทยาจะช่วยให้สามารถศึกษารายละเอียดในเชิงลึกในด้านต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตได้ โดยต้องคำนึงถึงชีวจริยธรรมที่ใช้สิ่งมีชีวิตในการศึกษาด้วย ในการศึกษาทางชีววิทยานี้จำเป็นต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เช่น กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ในการศึกษารายละเอียดของสิ่งมีชีวิตหรือสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กได้ ซึ่งจะได้ศึกษาในบทต่อไป นอกจากนี้การเรียนที่มีจุดเริ่มต้นจากการสังเกตเพื่อนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาผ่านการปฏิบัติการทดลองหรือผ่านการทำกิจกรรมสะสมเต็มศึกษาจะช่วยพัฒนาทักษะในการคิด โดยเฉพาะการคิดวิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหา และการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปสู่การพัฒนาชิ้นงานหรือนวัตกรรมต่าง ๆ ในอนาคตที่มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตต่อไปได้

ชีววิทยาเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ว่าด้วยเรื่องราวเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตทั้งหลายและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมรอบตัว สิ่งที่น่าสนใจก็คือ **อะไรที่เป็นตัวบ่งบอกถึง ความมีชีวิตของสิ่งมีชีวิต** ซึ่งจะได้ทราบดังต่อไปนี้

1.1 ธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต

1.1.1 สิ่งมีชีวิตคืออะไร

เราจะทราบได้อย่างไรว่าสิ่งใดเป็นสิ่งมีชีวิต และสิ่งมีชีวิตควรมีลักษณะเฉพาะอย่างไรบ้าง ในการตอบคำถามนี้ แต่ละคนอาจตอบได้แตกต่างกัน บางคนอาจตอบว่า สิ่งมีชีวิต คือ สิ่งที่เคลื่อนไหวได้ หายใจได้ สืบพันธุ์ได้ เจริญเติบโตได้ ฯลฯ ซึ่งคำตอบเหล่านี้เป็น**ลักษณะเฉพาะ** (characteristic) ของสิ่งมีชีวิตนั่นเอง

สิ่งต่าง ๆ ที่พบเห็นโดยทั่วไป อาจจะสามารถแยกได้ว่า สิ่งใดเป็นสิ่งมีชีวิต ซากของสิ่งมีชีวิต หรือ สิ่งไม่มีชีวิต แต่ก็อาจมีสิ่งมีชีวิตบางชนิด เช่น ฟองน้ำ กัลปังหา ปะการัง ไดอะตอม ไลเคน เป็นต้น ที่อาจบอกได้ยากกว่าเป็นสิ่งมีชีวิตหรือไม่ ดังรูป 1.1 จึงเป็นสิ่งที่น่าสงสัยว่า**นักชีววิทยาใช้เกณฑ์อะไรในการจำแนกสิ่งมีชีวิตว่าเป็นสิ่งมีชีวิต**

ก.



ข.



รูป 1.1 ก. ไลเคน

ข. ปะการัง

สิ่งมีชีวิตมีลักษณะเฉพาะที่สำคัญ ที่ต่างจากสิ่งไม่มีชีวิต คือ

1. มีกระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolic process)

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับ**เมแทบอลิซึม** (metabolism) ได้แก่ การได้รับสารอาหารหรือความต้องการอาหาร กระบวนการเปลี่ยนสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน และการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย

สิ่งมีชีวิตต้องการอาหาร โดยสิ่งมีชีวิตแต่ละกลุ่มมีวิธีการได้รับสารอาหารที่ต่างกัน พืชมีการดูดซึมธาตุอาหารและน้ำเข้าทางรากเป็นส่วนใหญ่แล้วลำเลียงไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืช เห็ดและรา มีการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารนอกเซลล์แล้วดูดซึมสารอาหารที่ถูกย่อยเป็นโมเลกุลขนาดเล็กเข้าสู่เซลล์ ส่วนสัตว์และมนุษย์จะกินอาหาร นอกจากนี้สัตว์แต่ละชนิดจะกินอาหารที่ต่างกัน เช่น คางคกกินแมลง นกกินหนอนหรือเมล็ดพืช กวางกินใบไม้ แมวกินปลา เสือกินเนื้อสัตว์ เป็นต้น **เพราะเหตุใดสัตว์แต่ละชนิดจึงกินอาหารที่ต่างกัน**

? สามารถแบ่งกลุ่มสัตว์ตามชนิดของอาหารที่กินได้กี่กลุ่ม ยกตัวอย่างประกอบ

อาหารที่เข้าสู่ร่างกายสิ่งมีชีวิตจะถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานด้วยกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมี สิ่งมีชีวิตจะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ถ้าปราศจากอาหารและพลังงาน **อาหารและพลังงานสำคัญต่อการมีชีวิตอย่างไร**

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตบนโลก พืชและสาหร่ายสีเขียวสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานศักย์สะสมอยู่ในโมเลกุลของสารประกอบคาร์บอนที่อยู่ในเนื้อเยื่อของพืช โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง มนุษย์และสัตว์ได้รับการถ่ายทอดพลังงานโดยการกินกันเป็นทอด ๆ จากพืชอาหารและสายใยอาหาร ทำให้ได้รับสารอาหารและพลังงานเพื่อการดำรงชีวิต หรือใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น การเคลื่อนไหวร่างกาย การงอกของรากพืช หรือช่วยเสริมสร้างให้ร่างกายเจริญเติบโต ซ่อมแซมเนื้อเยื่อที่ชำรุด และเพื่อการสืบพันธุ์ เป็นต้น

อาหารที่สิ่งมีชีวิตกินเข้าไปพบว่าจะมีบางส่วนที่ร่างกายไม่สามารถนำไปใช้ได้เหลือเป็นกากอาหาร ซึ่งจำเป็นจะต้องกำจัดออกจากร่างกาย ส่วนของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต ก็จะถูกขับออกจากร่างกายผ่านกระบวนการขับถ่าย (excretion) เช่น การขับปัสสาวะในสัตว์และมนุษย์ เป็นต้น

2. มีกระบวนการสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต (generative process)

การสืบพันธุ์ (reproduction) เป็นลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิต การสืบพันธุ์เป็นกระบวนการเพิ่มจำนวนสิ่งมีชีวิตของสปีชีส์ (species) เดียวกันเพื่อดำรงรักษาเผ่าพันธุ์ไว้ สิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันสามารถสืบพันธุ์และให้ลูกหลานได้ และมีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากรุ่นหนึ่งไปสู่อีกรุ่นหนึ่งผ่าน **สารพันธุกรรม** (genetic material) จึงมักพบว่าสิ่งมีชีวิตรุ่นลูกจะมีลักษณะที่ปรากฏ เช่น ความสูง สีผิว สีตา จมูก ใบหู ตา และริมฝีปาก เป็นต้น ที่คล้ายกับพ่อและแม่ ลักษณะที่ปรากฏเหล่านี้จะถูกควบคุมโดย **ยีน** (gene) ซึ่งจะได้เรียนรายละเอียดในบทพันธุศาสตร์ต่อไป



กิจกรรม 1.1 การงอกใหม่

จุดประสงค์

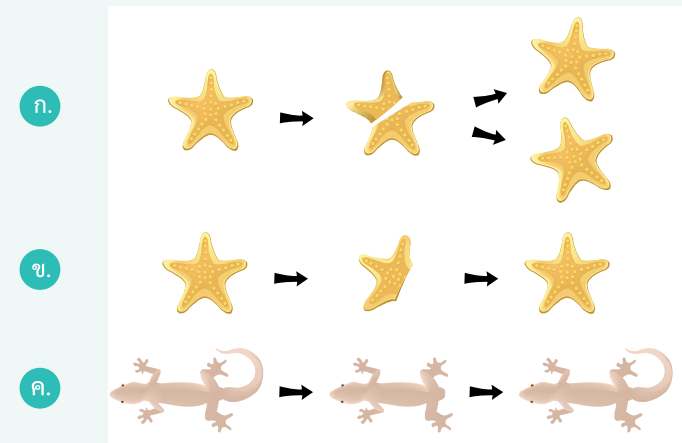
สรุปได้ว่าการงอกใหม่เป็นการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต

วัสดุอุปกรณ์

แผนภาพดาวทะเล และจิ้งจก

วิธีการทำกิจกรรม

ให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตในแผนภาพข้างล่างนี้แล้วตอบคำถาม



คำถามท้ายกิจกรรม

? การเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิต ในภาพ ก. ข. และ ค. มีลักษณะที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

? การงอกใหม่ของสัตว์ภาพใดถือว่าการสืบพันธุ์ เพราะเหตุใด



ลองทำดู

ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการงอกใหม่ของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ อีกอย่างน้อย 2 ตัวอย่าง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกัน

สิ่งมีชีวิตมีการเจริญเติบโต (growth and development) มีอายุขัยและขนาดจำกัด พบว่าเซลล์ไข่ของมนุษย์มีขนาด 100 ไมโครเมตร (μm) ซึ่งยากที่จะมองเห็นด้วยตาเปล่า เมื่อเกิดการปฏิสนธิได้เป็นไซโกตและเป็นเอ็มบริโอ จนกระทั่งพัฒนาและคลอดออกมาเป็นทารกมีขนาดความยาว 50-65 เซนติเมตร และมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 2,800-3,800 กรัม เมื่อมีการเจริญเติบโตจนถึงวัยผู้ใหญ่บางคนอาจมีร่างกายสูงถึง 160-180 เซนติเมตร และมีน้ำหนักตัวมากถึง 50 กิโลกรัมหรือมากกว่านี้ แสดงว่าสิ่งมีชีวิตมีการเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต เซลล์มีการเพิ่มจำนวน มีการเพิ่มขนาด มีการเปลี่ยนแปลงเพื่อทำหน้าที่เฉพาะอย่างและการรวมกลุ่มของเซลล์เพื่อพัฒนาเป็นเนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ สิ่งมีชีวิตบางชนิดขณะเจริญเติบโตไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง แต่สิ่งมีชีวิตบางชนิดขณะเจริญเติบโตมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและโครงสร้างของร่างกายแตกต่างไปจากเดิมอย่างเห็นได้ชัดเจน เช่น ผีเสื้อ ยุง กบ เป็นต้น เมื่อสิ่งมีชีวิตเจริญเติบโตระยะหนึ่งก็จะตายไป อายุของสิ่งมีชีวิตตั้งแต่เกิดจนตายเรียกว่า อายุขัย (life span) สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีอายุขัยจำกัด ดังตาราง 1.1

ตาราง 1.1 อายุขัยสูงสุดของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ

สิ่งมีชีวิต	อายุขัยสูงสุด (ปี)
มนุษย์	120
เต่ากาลาปากอส	152
ช้างอินเดีย	70
จระเข้ปากยาว	52
เหยี่ยว	46
กอริลลา	39
ค่างคก	36
แมว	27
สุนัข	20
ค่างคาว	13
หนู	3



จากตาราง 1.1 จะสรุปได้อย่างไร



สัตว์ชนิดใดมีอายุขัยสั้น และสัตว์ชนิดใดมีอายุขัยยาวกว่าสัตว์อื่น ๆ

อายุขัยของพืชมีความแตกต่างกัน อาจพิจารณาได้เป็นกลุ่ม เป็นกลุ่มพืชที่มีช่วงอายุสั้น (ephemeral plant) เช่น บานชื่น ดาวเรือง บานเย็น แพงพวยฝรั่ง ถั่วเขียว ถั่วลิสง และพืชตระกูลแตง เป็นต้น กลุ่มพืชปีเดียว (annual plant) เช่น ข้าว อ้อย สับปะรด เป็นต้น กลุ่มพืชสองปี (biennial plant) พืชพวกนี้มักมีลำต้นใต้ดิน เมื่อใบและลำต้นแห้งเหี่ยวไปยังมีลำต้นที่อยู่ใต้ดินสามารถงอกและเกิดดอกออกมาในปีถัดมา เช่น ว่านสี่ทิศ หอม กระเทียม เป็นต้น และกลุ่มพืชหลายปี (perennial plant) อาจเป็นไม้พุ่มหรือไม้ต้น เช่น มะม่วง โพธิ์ หางนกยูง ประดู่ เต็ง แก้ว ข่อย จำปี เป็นต้น การนับอายุของไม้ต้นอาจนับได้จากจำนวนวงปี พืชบางชนิดเมื่อออกดอกและผลแล้วตาย เช่น ไม้ลาน เป็นต้น

จากที่กล่าวมาแล้วสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีอายุขัยจำกัด สิ่งที่น่าสนใจคือ ขนาดของสิ่งมีชีวิตมีขนาดจำกัดหรือไม่ นักเรียนเคยเห็นยุงมีขนาดเท่ากับนก หรือต้นพริกสูงเท่ากับต้นมะม่วงหรือไม่

ถ้าสังเกตดูสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว ขนาด ความยาวหรือความสูงจะไม่เพิ่มขึ้นอีก ตัวอย่างดังรูป 1.2



รูป 1.2 ขนาดของสัตว์เลื้อยคลานที่โตเต็มที่ 3 ชนิด

ก. จิ้งจก ($\times 1/3$) ข. กิ้งก่า ($\times 1/3$) ค. จระเข้ ($\times 1/44$)

จากรูป 1.2 จะเห็นว่าสัตว์เลื้อยคลาน 3 ชนิด มีลักษณะคล้ายคลึงกันแต่เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะมีขนาดแตกต่างกัน ในพืชก็เช่นกัน เรือนยอดของต้นไม้ในป่าจะมีความสูงแตกต่างกันและขนาดเส้นรอบวงของลำต้นจะมีขนาดแตกต่างกันด้วย ถ้าพิจารณาลำต้นตามขนาดความสูงเมื่อพืชโตเต็มที่อาจแบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ **ไม้ล้มลุก** (herb) ซึ่งมีความสูงไม่เกิน 120 เซนติเมตร **ไม้พุ่ม** (shrub) มีความสูงประมาณ 120-300 เซนติเมตร และพวกที่มีความสูงมากกว่านี้จัดเป็น **ไม้ต้น** (tree)

3. มีกระบวนการการตอบสนองต่อสิ่งเร้า (responsive process)

สิ่งมีชีวิตมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าในธรรมชาติ โดยพบพืชหลายชนิดที่เลื้อยพันหลัก เช่น บวบ น้ำเต้า ฟัก ถั่วฝักยาว ตำลึง เป็นต้น พืชเหล่านี้อาศัยลำต้นพันไปรอบ ๆ หลัก และมีมือเกาะ (tendrils) พันรอบกิ่งไม้ที่อยู่ใกล้ ๆ เพื่อพยุงลำต้นขึ้นที่สูงให้ใบรับแสง ต้นไม้บางชนิด เช่น ทานตะวันจะหันดอกเข้าหาแสงอาทิตย์ ดอกบัวบางชนิดจะบานในตอนเช้าและหุบในตอนเย็น ใบพืชวงศ์ถั่วในตอนเย็นและกลางคืนจะหุบใบและก้านใบห้อยลงมา แมวเมื่อเห็นหนูจะวิ่งไล่ตบครีบก้นเหยี่ยวโฉบลงมาจับลูกไก่ ก็คือเมื่อโดนสัมผัสจะขดตัว และนกจิกแมลง เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าสิ่งมีชีวิตมีการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อหาอาหาร หลบหลีกภัยจากศัตรู และมีการปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม เช่น อากาศที่หนาวจัดหรือร้อนจัดเกินไป ทั้งนี้เพื่อความอยู่รอด สภาพของสิ่งแวดล้อมที่ทำให้สิ่งมีชีวิตแสดงพฤติกรรม เรียกว่า **สิ่งเร้า** (stimulus) สิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิตมีทั้งสิ่งเร้าภายในและภายนอกร่างกายของสิ่งมีชีวิต และการแสดงออกของสิ่งมีชีวิตต่อสิ่งเร้า เรียกว่า **การตอบสนอง** (response)



สิ่งแวดล้อมภายนอกและสิ่งแวดล้อมภายในที่เป็นสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิตมีอะไรบ้าง



การพัฒนาของระบบประสาทของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์กับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ อย่างไร



กิจกรรม 1.2 การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของไส้เดือนดิน

จุดประสงค์

สังเกต ทดลอง และอธิบายการตอบสนองของไส้เดือนดิน ต่อสารเคมี แสง และความชื้น

วัสดุและอุปกรณ์

- | | |
|----------------|------------------------------------|
| 1. ไส้เดือนดิน | 6. สำลีพันก้าน |
| 2. น้ำส้มสายชู | 7. กระดาษเยื่อ |
| 3. แอมโมเนีย | 8. กล่องพลาสติก |
| 4. น้ำ | 9. โคมไฟ (ชนิดหลอดไส้ 40-60 วัตต์) |
| 5. ไฟฉาย | |

วิธีการทำกิจกรรม

- วางกระดาษเยื่อลงในกล่องพลาสติก พรมน้ำให้ชื้นและวางไส้เดือนดินลงไป 1 ตัว
- สังเกตลักษณะของไส้เดือนดิน ระบุส่วนหัว และส่วนท้าย โดยสังเกตได้จากการเคลื่อนที่ ส่วนที่เคลื่อนที่นำคือส่วนหัว และส่วนที่เคลื่อนที่ตามคือส่วนท้าย
- ทดสอบการตอบสนองต่อสารเคมีของไส้เดือนดินโดยใช้สำลีพันก้าน ชุบแอมโมเนียจ่อใกล้ ๆ ส่วนหัวของไส้เดือนดิน ระวังอย่าให้แอมโมเนียถูกตัวไส้เดือนดิน สังเกตผลที่เกิดขึ้น จากนั้นให้นำสำลีพันก้านชุบแอมโมเนียจ่อใกล้ ๆ บริเวณส่วนกลางและส่วนท้าย และสังเกตผลที่เกิดขึ้น
- ทดสอบเหมือนข้อ 3 แต่เปลี่ยนจากแอมโมเนียเป็นน้ำส้มสายชู
- ทดสอบการตอบสนองต่อแสงของไส้เดือนดินโดยส่องไฟฉายไปที่บริเวณส่วนหัว ส่วนกลาง และส่วนท้ายของไส้เดือนดิน สังเกตผลที่เกิดขึ้น
- ทดสอบการตอบสนองต่อความร้อนของไส้เดือนดินโดยส่องโคมไฟไปที่บริเวณส่วนหัว ส่วนกลาง และส่วนท้ายของไส้เดือนดิน สังเกตผลที่เกิดขึ้น
- ทดสอบการตอบสนองต่อความชื้นของไส้เดือนดิน โดยวางกระดาษเยื่อเปียกที่ด้านหนึ่งของกล่องพลาสติก และวางกระดาษเยื่อแห้งไว้อีกด้านหนึ่ง จากนั้นวางไส้เดือนดินตรงกลาง และสังเกตการเคลื่อนที่ของไส้เดือนดิน



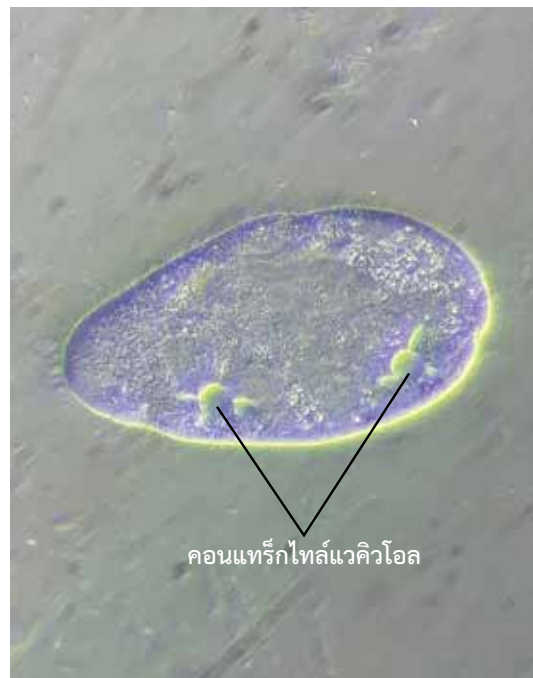
ลองทำดู

- ให้นักเรียนเลือกสิ่งมีชีวิตที่สนใจจะศึกษามาอย่างน้อย 1 ชนิด แล้วออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาว่าสิ่งมีชีวิตนั้นๆ สามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้า เช่น อุณหภูมิ สี สารเคมี อาหาร เป็นต้น
- ดำเนินการทดลอง และบันทึกผล แล้วนำเสนอผลการทดลองและอภิปรายในชั้นเรียน
 - ? สิ่งมีชีวิตที่นักเรียนศึกษาตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้หรือไม่ อย่างไร
 - ? ผลการทดลองของนักเรียนและของกลุ่มอื่นๆ สรุปได้ว่าอย่างไร

4. มีกระบวนการควบคุม (regulating process) สมดุลของร่างกาย

สิ่งมีชีวิตต้องมีการควบคุมสมดุลหรือการรักษาคุณภาพ (homeostasis) ของร่างกายเพื่อให้ระบบต่างๆ ทำงานได้เป็นปกติ จากการนำสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น อะมีบา พารามีเซียม มาใส่ในสารละลายที่ความเข้มข้นต่ำกว่าสารละลายภายในเซลล์ พบว่าโครงสร้างภายในเซลล์ที่เรียกว่า **คอนแทร็กไทล์แวคิวโอล** (contractile vacuole) มีการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดและรูปร่าง เนื่องจากสารละลายในสภาพแวดล้อมภายนอกเซลล์มีความเข้มข้นน้อยกว่าสารละลายภายในเซลล์จึงเกิดการออสโมซิสของน้ำจากภายนอกเข้าสู่ภายในเซลล์ตลอดเวลา และถ้าน้ำเข้าไปในเซลล์มากขึ้นเซลล์จะขยายขนาดจนอาจทำให้เซลล์แตก พารามีเซียมจึงต้องมีกลไกเพื่อรักษาสมดุลของน้ำและสารละลายระหว่างสภาพแวดล้อมภายนอกเซลล์และภายในเซลล์โดยมีการลำเลียงของเหลวเข้าสู่คอนแทร็กไทล์แวคิวโอล ทำให้คอนแทร็กไทล์แวคิวโอลมีขนาดใหญ่ ขยายขนาดเต็มที่และบีบตัวให้ของเหลวส่วนเกินนี้ออกนอกเซลล์

สิ่งมีชีวิตอื่นๆ ก็เช่นกันจึงต้องมีกลไกในการรักษาคุณภาพภายในร่างกายให้อยู่ในสภาพสมดุลซึ่งรวมถึงการรักษาสมดุลของน้ำ อุณหภูมิ และ pH เป็นต้น



คอนแทร็กไทล์แวคิวโอล

รูป 1.3 คอนแทร็กไทล์แวคิวโอลของพารามีเซียม



กิจกรรมเสนอแนะ : อุณหภูมิกับการรักษาคุณภาพของปลา

จุดประสงค์

ออกแบบ และทดลองเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการรักษาคุณภาพของปลา

วัสดุและอุปกรณ์

- ปลาน้ำจืดที่มีเกล็ด เช่น ปลาตะเพียนขนาดเล็ก ปลาสอด ปลาเงินปลาทอง หรือปลาอื่นๆ ที่มีอยู่ในท้องถิ่น
- น้ำ
- น้ำแข็ง
- น้ำร้อน
- เทอร์มอมิเตอร์
- ปิเกอร์ขนาด 100 mL และขนาด 250 mL (ขนาดละ 3 ใบ)

วิธีการทำกิจกรรม

- เตรียมปลาน้ำจืดที่มีเกล็ด 3 ตัว เลี้ยงไว้ในอ่าง
- เตรียมน้ำใส่ปิเกอร์ขนาด 100 mL จำนวน 3 ใบ วัดอุณหภูมิน้ำให้ได้ประมาณ 25°C นำปลาใส่ลงในปิเกอร์ ใบละ 1 ตัว ทิ้งไว้ประมาณ 2 นาที นับจำนวนครั้งของการขยับแผ่นปิดเหงือก (operculum) ต่อนาทีของปลาในแต่ละปิเกอร์ แล้วหาค่าเฉลี่ย ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที
- เตรียมน้ำใส่ปิเกอร์ขนาด 250 mL จำนวน 3 ใบ วัดอุณหภูมิน้ำให้ได้ประมาณ 15°C (ใช้การปรับอุณหภูมิของน้ำโดยการเติมน้ำแข็ง 1-2 ก้อน) จากนั้นนำปิเกอร์ในข้อ 2 ที่มีปลาอยู่ ใส่ลงในปิเกอร์ขนาด 250 mL ที่ปรับอุณหภูมิแล้ว ทิ้งไว้ประมาณ 2 นาที นับจำนวนครั้งของการขยับแผ่นปิดเหงือก ต่อนาทีของปลาในแต่ละปิเกอร์ แล้วหาค่าเฉลี่ย ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที
- ทำซ้ำข้อ 3 แต่เปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำเป็น 40°C (ใช้การปรับอุณหภูมิของน้ำโดยการเติมน้ำอุ่นลงไป)

ข้อควรปฏิบัติ

หลังจากทำการทดลองควรนำปลาไปปล่อยในบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสม

- ? อัตราการขับผ่านปิตเทอิก ก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ แตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด
- ? การขับผ่านปิตเทอิกของปลาเกี่ยวข้องกับการรักษาคุณภาพของปลาอย่างไร



ลองทำดู

ให้นักเรียนศึกษาและทดลองเกี่ยวกับปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการรักษาคุณภาพของปลาอีก 1 ปัจจัย แล้วนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกัน

มนุษย์ก็มีการรักษาคุณภาพของร่างกาย เช่น เมื่อดื่มน้ำเข้าไปมากๆ ร่างกายก็จะขับน้ำออกจากร่างกายมากตามไปด้วยทำให้ต้องปัสสาวะบ่อยครั้งขึ้น หรือการที่ร่างกายมนุษย์มีอุณหภูมิคงที่ประมาณ 37 องศาเซลเซียสไม่ว่าสภาพอากาศภายนอกจะร้อนหรือเย็น เป็นการรักษาสถิตของอุณหภูมิร่างกาย

- ? พืชมีการรักษาสถิตของน้ำได้อย่างไร

5. มีการจัดระบบ (organization)

สิ่งมีชีวิตแม้จะประกอบด้วยเซลล์เดียวก็มีการจัดระบบหน้าที่ในการทำงานของโครงสร้างต่าง ๆ ภายในเซลล์ เช่น คลอโรพลาสต์ทำหน้าที่สร้างอาหารให้แก่เซลล์ ไมโทคอนเดรียเป็นแหล่งให้พลังงาน แวคิวโอลควบคุมสมดุลของน้ำหรือเป็นที่เก็บผลึกของสาร นิวเคลียสทำหน้าที่ควบคุมการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของเซลล์ เป็นต้น สิ่งมีชีวิตที่มีหลายเซลล์ก็มีการจัดระบบภายในร่างกาย เริ่มจากหน่วยที่เล็กที่สุดในระดับเซลล์ (cell) ไปยังหน่วยใหญ่ในระดับสิ่งมีชีวิต (organism) เช่น มนุษย์ประกอบด้วยเซลล์จำนวนมากนับล้านล้านเซลล์ เซลล์เหล่านี้มีหลากหลายชนิด แต่ละชนิดทำหน้าที่แตกต่างกัน เซลล์ที่มีโครงสร้างและหน้าที่คล้ายกันจะมีการรวมกลุ่มเป็นเนื้อเยื่อ (tissue) เพื่อทำหน้าที่เฉพาะอย่าง เช่น เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ



รู้หรือไม่

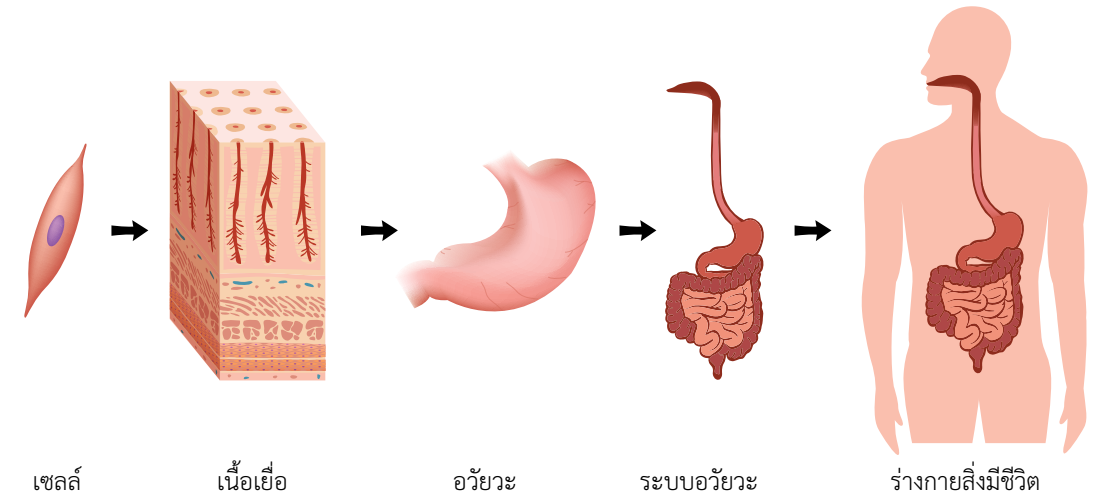
ในร่างกายคนประกอบด้วยเซลล์มากถึงหนึ่งล้านล้านเซลล์ (1,000,000,000,000 หรือ 10^{12} เซลล์) ซึ่งสามารถนำมาเรียงรอบโลกตามเส้นรอบวงได้ถึง 2 รอบ



ชวนคิด

ไวรัสเป็นสิ่งมีชีวิตหรือไม่ เพราะเหตุใด

เนื้อเยื่อประสาท กลุ่มของเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ มีการทำงานประสานกันเป็นอวัยวะ (organ) เช่น หัวใจ ตับ ไต เป็นต้น อวัยวะต่าง ๆ เหล่านี้ต่างก็ประสานกันและทำงานกันเป็นระบบอวัยวะ (organ system) เช่น ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบขับถ่าย ระบบย่อยอาหาร เป็นต้น ระบบเหล่านี้จะมีการประสานกันและทำงานร่วมกันเพื่อให้ร่างกายของสิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้ ดังรูป 1.4



รูป 1.4 การจัดระบบภายในร่างกายสิ่งมีชีวิต

- ? การจัดระบบภายในเซลล์หรือภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิตมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตนั้นอย่างไร
- ? สิ่งมีชีวิตยังมีลักษณะอื่นใดอีกหรือไม่ที่แสดงถึงความเป็นชีวิต ยกตัวอย่างประกอบ

1.1.2 ชีววิทยาคืออะไร

ชีววิทยา (biology) เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่เป็นความรู้และส่วนที่เป็นกระบวนการค้นหาความรู้ ชีววิทยามาจากคำว่า ชีวะ (bios ภาษากรีก แปลว่าชีวิต) และ วิทยา (logos ภาษากรีก แปลว่าความคิดและเหตุผล) เนื่องจากสิ่งมีชีวิตมีอยู่เป็นจำนวนมากและมีความหลากหลายทั้งชนิดและจำนวน มีการกระจายตัวอยู่ตามที่แตกต่างกันทั่วโลก ชีววิทยาจึงแยกออกเป็นสาขาวิชาย่อยได้หลายแขนง นักวิชาการบางคนจัดจำแนกสาขาวิชาย่อย ๆ โดยยึดประเภทหรือกลุ่มของสิ่งมีชีวิต จึงอาจแบ่งเป็น สัตววิทยา (zoology) พฤกษศาสตร์ (botany) จุลชีววิทยา (microbiology) ซึ่งในแต่ละแขนงอาจแยกย่อยไปอีกตามกลุ่มย่อยของสิ่งมีชีวิตอีก เช่น สัตววิทยา แยกเป็นกีฏวิทยา (entomology) ปรสิตวิทยา (parasitology) เป็นต้น



รูป 1.5 ตัวอย่างแขนงวิชาต่างๆ ในสาขาชีววิทยา

นอกจากนี้ยังมีสาขาวิชาที่ศึกษาสิ่งมีชีวิตในด้านต่างๆ เช่น **สรีรวิทยา** (physiology) เป็นการศึกษาการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกาย **พฤติกรรมศาสตร์** (ethology) เป็นการศึกษาพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิต **ชีวเคมี** (biochemistry) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับเคมีในสิ่งมีชีวิต **พันธุศาสตร์** (genetics) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับพันธุกรรม **กายวิภาคศาสตร์** (anatomy) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของร่างกาย **วิทยาเอ็มบริโอ** (embryology) เป็นการศึกษาพัฒนาการของเอ็มบริโอ **สัณฐานวิทยา** (morphology) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของสิ่งมีชีวิต เป็นต้น

- ? มีแขนงวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมอีกหรือไม่ ถ้ามีแขนงวิชานั้นคืออะไรบ้าง
- ? การนำความรู้ทางด้านชีววิทยาไปเชื่อมโยงกับศาสตร์ในวิชาอื่นๆ จะได้ความรู้ใหม่ๆ ทางด้านใดบ้าง อธิบายและยกตัวอย่างประกอบ

วิชาเหล่านี้เป็นผลมาจากการประมวลความรู้และกระบวนการค้นคว้า ซึ่งเป็นผลงานจากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายนับจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ชีววิทยาจึงเป็นวิทยาศาสตร์สาขาใหญ่สาขาหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตและปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

1.1.3 ชีววิทยากับการดำรงชีวิต

มนุษย์อาศัยปัจจัยสี่เพื่อการดำรงชีวิต ไม่ว่าจะเป็นอาหารที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่มและยารักษาโรค ซึ่งปัจจัยสี่เหล่านี้ล้วนมีความเกี่ยวข้องกับชีววิทยาทั้งสิ้น ในปัจจุบันนี้พบว่าความรู้ทางด้านชีววิทยาได้รับการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ส่วนใหญ่เพื่อสนองตอบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น การเพิ่มผลผลิตทางด้านอาหาร และการดูแลสุขภาพและการป้องกันโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ ตลอดจนการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สิ่งที่น่าสนใจก็คือในปัจจุบันนี้พบว่าความรู้ทางด้านชีววิทยาได้รับการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะทางด้านการแพทย์ ซึ่งมีการศึกษาสาเหตุของโรคที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตนำไปสู่การศึกษาวินิจฉัยตัวยาที่นำมาใช้รักษาโรคและวิธีป้องกันโรค หรือความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่สามารถตัดต่อยีนจากสิ่งมีชีวิตในกระบวนการพันธุวิศวกรรม ซึ่งนำมาใช้ทางการแพทย์ เช่น ใช้แบคทีเรียผลิตฮอร์โมนอินซูลินเพื่อรักษาโรคเบาหวาน หรือสร้างโกรทฮอร์โมน (growth hormone: GH) เพื่อรักษาเด็กที่เตี้ยกว่าปกติให้มีความสูงเป็นปกติ ใช้ยับยั้งการรักษารักษาโรคทางพันธุกรรมบางชนิด เป็นต้น

- ? ถ้าเกษตรกรมีความต้องการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้ได้ผลผลิตที่มีทั้งปริมาณและคุณภาพ เพื่อสนองตอบต่อความต้องการในการบริโภค นักเรียนคิดว่าจะต้องใช้ความรู้ทางชีววิทยาแขนงใดบ้าง และนำความรู้เหล่านั้นมาใช้อย่างไร
- ? ให้นักเรียนยกตัวอย่างโครงการพระราชดำริโครงการส่วนพระองค์ หรือโครงการหลวงของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ที่ใช้ความรู้ทางด้านชีววิทยามาแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม หรืออนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ มา 2 ตัวอย่าง



รู้หรือไม่

พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตรได้ทรงนำความรู้ทางด้านชีววิทยา มาใช้ในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมากมายหลายโครงการ ดังเช่น ทรงใช้หญ้าแฝกซึ่งเป็นพืชที่มีรากยาวมาก แข็งแรงและหนาแน่น มาปลูกเพื่อช่วยป้องกันการกัดเซาะและการพังทลายของดินเพื่อใช้ประโยชน์ด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำ และทรงแนะนำให้เผยแพร่แก่ประชาชนทั่วไปได้นำไปปลูกอย่างแพร่หลาย



1.1.4 ชีวจริยธรรม

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่า การศึกษาทางชีววิทยาเป็นการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต ดังนั้นการนำความรู้ทางชีววิทยาไปใช้ย่อมส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตโดยตรง จึงต้องคำนึงถึงจริยธรรม และตระหนักถึงคุณค่าของสัตว์ว่าสัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตเช่นเดียวกับมนุษย์

คำว่า **ชีวจริยธรรม** (bioethics) ประกอบด้วยคำที่มาจากภาษากรีก 2 คำคือ bios หมายถึง ชีวิต (life) และ ethicos หมายถึง ดี (good) หรือ เลว (bad) ถูก (right) หรือ ผิด (wrong) ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า ชีวจริยธรรมเกี่ยวข้องกับคุณค่าของชีวิตหรือการมีชีวิตนั่นเอง และเป็นส่วนประกอบหนึ่งของจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาทางด้านชีววิทยา ในปัจจุบันมนุษย์เป็นผู้คิดค้นสิ่งต่างๆ ขึ้นมาเพื่อสนองตอบต่อปัจจัยต่างๆ ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ในทุกๆ ด้าน เช่น ด้านการแพทย์ อุตสาหกรรม เกษตรกรรม พาณิชยกรรม สถาปัตยกรรม วิศวกรรม ฯลฯ เป็นต้น ความก้าวหน้าในด้านต่างๆ เหล่านี้จะทำให้เกิดเป็นนวัตกรรมของโลกสมัยใหม่ที่ช่วยให้ประชากรโลกนับล้านล้านคนได้รับผลประโยชน์ ในขณะที่เดียวกันก็จะนำความเสี่ยงที่อาจจะเป็นอันตรายต่อมนุษย์ควบคู่มาด้วย จึงไม่แปลกเลยที่จะพบเจอทุกครั้งที่มีการเผยแพร่นวัตกรรมหรือความก้าวหน้าใหม่ๆ เกิดขึ้น มักจะมีคำถามจากประเด็นต่างๆ มาให้คิดกันอยู่เสมอว่าเหมาะสมต่อการนำมาใช้หรือไม่ มีผลดีและผลเสียต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมอย่างไร เป็นต้น ดังนั้นการมีชีวจริยธรรมจะช่วยให้คนในสังคมทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องได้มีการวิเคราะห์และตัดสินใจอย่างรอบคอบในประเด็นคำถามต่างๆ ที่รัฐ องค์กร หรือชุมชนต้องเผชิญร่วมกัน

ปัจจุบันพบว่ายังมีความก้าวหน้าทางด้านชีววิทยามากขึ้นเพียงใดก็จะมีประเด็นที่วิพากษ์วิจารณ์ในด้านชีวจริยธรรมมากขึ้นตามไปด้วย เช่น

- ความปลอดภัยทางด้านอาหาร พบว่าอาหารประเภทเนื้อสัตว์ที่นำมาบริโภค มักมีการใช้ฮอร์โมนฉีดให้แก่สัตว์เลี้ยง เช่น ไก่ สุกร เพื่อเร่งการเจริญเติบโต ทำให้มีสารพวกฮอร์โมนตกค้างในเนื้อสัตว์ที่นำมาเป็นอาหาร เมื่อคนบริโภคเข้าไปอาจก่อให้เกิดโรคมะเร็งได้ซึ่งเป็นผลร้ายต่อร่างกาย
- การใช้สารเคมีพวกที่เป็นสารพิษ เช่น พอร์มาลิน เพื่อรักษาพืชผักและเนื้อสัตว์ให้มีความสดและไม่เน่าเสีย รวมทั้งการใช้สารบอแรกซ์ผสมในอาหารทำให้อาหารกรอบ หรือการใช้สีย้อมผ้าผสมอาหาร ซึ่งกระทรวงสาธารณสุขได้ประกาศเตือนถึงโทษภัยให้ประชาชนทราบแล้ว แต่ผู้ประกอบการค้าบางรายยังคงกระทำอยู่ จึงเป็นสิ่งที่ควรทำความเข้าใจให้ผู้ประกอบการค้าตระหนักถึงความรับผิดชอบต่อผู้บริโภค และได้รับการลงโทษตามกฎหมายถ้าฝ่าฝืน ส่วนประชาชนก็พึงหลีกเลี่ยงการบริโภคอาหารเหล่านี้

- ทาง การแพทย์ มีประเด็นที่วิพากษ์วิจารณ์กันอย่างมากด้านชีวจริยธรรม เช่น การโคลนมนุษย์ อาจจะโคลนในระดับเอ็มบริโอเพื่อจะนำอวัยวะของเอ็มบริโอมาปลูกถ่ายให้แก่ผู้ป่วยหรือเพื่อการวิจัย หรือการโคลนมนุษย์ทั้งตัวเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณากันเป็นอย่างมาก เพราะว่าเอ็มบริโอก็คือเอ็มบริโอของมนุษย์ และถ้ามีมนุษย์ที่ได้จากการโคลนจะมีปัญหาต่อสถาบันครอบครัวอย่างไร และสิ่งที่ต้องพิจารณาอีกประการหนึ่งก็คือมีความเสี่ยงเพียงใดที่จะเกิดมนุษย์ที่มียืนผิดปกติจากกระบวนการโคลนที่ขาดประสิทธิภาพ หรือในกรณีที่นำความรู้ทางด้านชีววิทยามาใช้ในการทำลายล้าง เช่น การใช้สิ่งมีชีวิตที่ทำให้เกิดโรคต่อมนุษย์ สัตว์ และพืช หรือสารพิษที่ได้จากสิ่งมีชีวิตมาทำลายล้างสิ่งมีชีวิต ซึ่งเรียกว่า อาวุธชีวภาพ ถือว่าเป็นเรื่องที่ผิดชีวจริยธรรม



ความรู้เพิ่มเติม

“จรรยาบรรณการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์”

เนื่องจากในปัจจุบันมีงานหลายด้านที่เกี่ยวข้องกับการใช้สัตว์ เช่น งานวิจัย งานทดสอบ งานสอน และงานผลิตชีววัตถุ ทางสภาวิจัยแห่งชาติ จึงได้มีการกำหนด **“จรรยาบรรณการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์”** ขึ้น เพื่อให้นักวิจัยและนักวิชาการได้ใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในการใช้สัตว์อย่างถูกต้อง เหมาะสม

นิยาม : จรรยาบรรณการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง หลักเกณฑ์ที่ผู้ใช้สัตว์และผู้เลี้ยงสัตว์เพื่องานวิจัย งานทดสอบ งานผลิตชีววัตถุ และงานสอน ในเชิงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทุกสาขายึดถือปฏิบัติ เพื่อให้การดำเนินงานตั้งอยู่บนพื้นฐานของจริยธรรม คุณธรรม มนุษยธรรม และหลักวิชาการที่เหมาะสม ตลอดจนเป็นมาตรฐานการดำเนินงานที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วกัน

โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผู้ใช้สัตว์ต้องตระหนักถึงคุณค่าของชีวิตสัตว์ ต้องใช้สัตว์เฉพาะกรณีที่ได้พิจารณาอย่างถี่ถ้วนแล้วว่าเป็นประโยชน์และจำเป็นสูงสุดต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์และสัตว์ และ/หรือความก้าวหน้าทางวิชาการ และได้พิจารณาอย่างถี่ถ้วนแล้วว่าไม่มีวิธีการอื่นที่เหมาะสมเท่าหรือเหมาะสมกว่า

2. ผู้ใช้สัตว์ต้องตระหนักถึงความแม่นยำของผลงานโดยใช้สัตว์จำนวนน้อยที่สุด ต้องคำนึงถึงคุณสมบัติทางพันธุกรรมและ คุณสมบัติทางสุขภาพของสัตว์ที่จะนำมาใช้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการใช้สัตว์ เพื่อให้มีการใช้สัตว์จำนวนที่น้อยที่สุด และได้รับผลงานที่ถูกต้องแม่นยำมากที่สุด
3. การใช้สัตว์ป่าต้องไม่ขัดต่อกฎหมายและนโยบายการอนุรักษ์สัตว์ป่า การนำสัตว์ป่ามาใช้ควรกระทำเฉพาะกรณีที่มีความจำเป็นต่อการศึกษาวิจัย โดยไม่สามารถใช้สัตว์ประเภทอื่นทดแทนได้ และการใช้สัตว์ป่านั้น จะต้องไม่ขัดต่อกฎหมายและนโยบายการอนุรักษ์สัตว์ป่า
4. ผู้ใช้สัตว์ต้องตระหนักว่าสัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตเช่นเดียวกับมนุษย์ ผู้ใช้สัตว์ต้องตระหนักว่าสัตว์มีความรู้สึกเจ็บปวดและมีความรู้สึกตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมเช่นเดียวกับมนุษย์ จึงต้องปฏิบัติต่อสัตว์ด้วยความระมัดระวังทุกขั้นตอน นับตั้งแต่การขนส่ง การใช้วัสดุอุปกรณ์ในการเลี้ยงสัตว์ การจัดการสภาพแวดล้อมของสถานที่เลี้ยง เทคนิคในการเลี้ยง และการปฏิบัติต่อสัตว์โดยไม่ให้สัตว์ได้รับความเจ็บปวด ความเครียด หรือความทุกข์ทรมาน
5. ผู้ใช้สัตว์ต้องบันทึกข้อมูลการปฏิบัติต่อสัตว์ไว้เป็นหลักฐานอย่างครบถ้วน ต้องปฏิบัติต่อสัตว์ตรงตามวิธีการที่เสนอไว้ในโครงการ และต้องจดบันทึกไว้เป็นหลักฐานอย่างละเอียดครบถ้วน พร้อมทั้งจะเปิดเผยหรือชี้แจงได้ทุกโอกาส
(ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ)

นอกจากประเด็นที่กล่าวมาทั้งหมด มีอีกสิ่งหนึ่งนักชีววิทยาจำเป็นต้องมีจริยธรรมในการรายงานผลการศึกษาให้เป็นไปตามความเป็นจริง การรายงานผลที่ไม่ตรงกับความเป็นจริงอาจก่อให้เกิดความเสียหายรุนแรงได้ เช่น การวิจัยทางอาหารและยา หรือวิธีการทำกิจกรรมรักษาผู้ป่วย ถ้าผู้วิจัยรายงานผลอย่างมีอคติหรือเลือกรายงานเฉพาะข้อมูลที่สอดคล้องกับสมมติฐานของตน เมื่อมีผู้นำผลงานวิจัยไปใช้อาจทำให้การรักษาไม่ได้ผล หรืออาจทำให้ผู้ป่วยได้รับอันตราย เป็นต้น

? จากกิจกรรมการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของไส้เดือนดิน และอุณหภูมิกับการรักษาดุลยภาพของปลา นักเรียนคิดว่าเกี่ยวกับจรรยาบรรณการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ ข้อใดบ้าง



กิจกรรม 1.3 กรณีศึกษาเกี่ยวกับชีวจริยธรรม

จุดประสงค์

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับชีวจริยธรรม
2. ตระหนักถึงการนำความรู้ทางชีววิทยาไปใช้ว่าต้องคำนึงถึงจริยธรรมและผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

วิธีการทำกิจกรรม

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกศึกษากรณีศึกษาที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. การซื้อขายอวัยวะของมนุษย์ การขโมยอวัยวะของมนุษย์ เพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ในการรักษาคนไข้ ผิดหลักชีวจริยธรรมหรือไม่อย่างไร และวิเคราะห์ถึงสาเหตุและผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยให้เหตุผลประกอบ
2. การอุ้มบุญในกรณีของผู้ที่ต้องการมีบุตรแต่ไม่สามารถมีบุตรด้วยตนเองได้ ผิดหลักชีวจริยธรรมหรือไม่อย่างไร และวิเคราะห์ถึงสาเหตุและผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยให้เหตุผลประกอบ
3. กรณีของผู้ที่เป็นโรคเอดส์ หรือติดเชื้อ HIV ที่มีพฤติกรรมในการก่อเหตุด้วยความตั้งใจในการเผยแพร่เชื้อ HIV ไปสู่ผู้อื่น โดยการใช้เข็มฉีดยาที่ติดเชื้อไปจิ้มแทงผู้อื่น ผิดหลักชีวจริยธรรมหรือไม่อย่างไร และวิเคราะห์ถึงสาเหตุและผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยให้เหตุผลประกอบ

1.2 การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์

1.2.1 การศึกษาชีววิทยา

ในชีวิตประจำวันของมนุษย์เกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ มากมายทั้งทางตรงและทางอ้อม ส่วนใหญ่มักจะให้ความสำคัญกับเรื่องราว หรือสิ่งใดก็ตามที่จะส่งผลต่อตนเองไม่ว่าจะเป็นผลดีหรือผลเสีย เป็นเพราะว่าสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตมักจะได้รับความสะดวกสบายหรือแก้ปัญหา สิ่งที่น่าสนใจก็คือ **มีวิธีการในการศึกษา หรือค้นหาคำตอบต่าง ๆ เหล่านี้ได้มาอย่างไร**

ดังที่ทราบแล้วว่าการศึกษาชีววิทยามีหลากหลายแขนง แต่ละแขนงก็มีการศึกษาแตกต่างกันไป **นักชีววิทยาโมเลกุล** (molecular biologist) จะสนใจศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของโมเลกุลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต เช่น สารพันธุกรรม และสารต่าง ๆ ภายในเซลล์ **นักเซลล์วิทยา** (cell biologist) สนใจศึกษาองค์ประกอบของเซลล์แต่ละชนิด กลุ่มของเซลล์ การเพาะเลี้ยงเซลล์ภายนอก ร่างกายของสิ่งมีชีวิต ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเซลล์ อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมต่อเซลล์ **นักชีววิทยาประชากร** (population biologist) สนใจศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร สาเหตุและผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงเหล่านั้น

? ให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งที่นักเรียนเคยสนใจที่อยากจะเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต 1 ตัวอย่าง สิ่งนั้นศึกษาเกี่ยวกับอะไร และเกี่ยวข้องกับแขนงใดของวิชาชีววิทยา

แม้ว่านักชีววิทยาสนใจที่จะศึกษาชีววิทยา ในสาขาที่แตกต่างกัน แต่การศึกษาของนักชีววิทยา ย่อมมีวิธีการศึกษาหาความรู้คล้ายคลึงกัน และก็เหมือนนักวิทยาศาสตร์สาขาอื่น เช่นกัน ทราบหรือไม่ว่านักชีววิทยาศึกษาชีววิทยากันอย่างไร

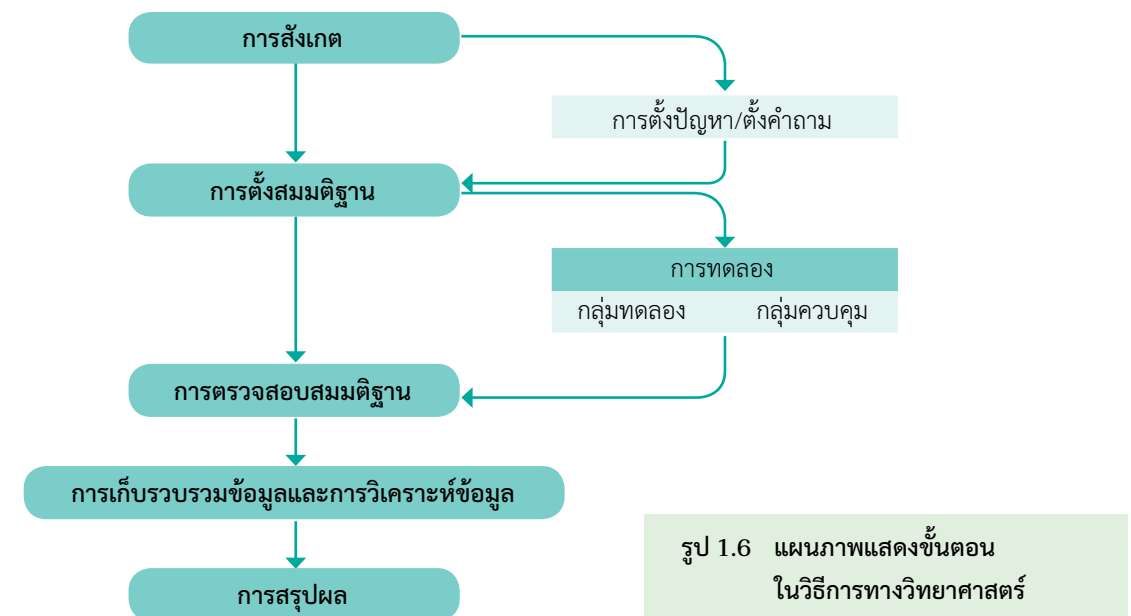


เชื่อมโยงกับอาชีพ

รุกขกร (arborist) หรือนักศัลยกรรมต้นไม้ใหญ่ (tree surgeon) เป็นอีกหนึ่งอาชีพที่หลายคน อาจจะยังไม่รู้จัก เป็นอาชีพที่มีหน้าที่จัดการและดูแลต้นไม้ใหญ่ (ปกติเป็นต้นไม้ใหญ่ในเมือง และในบริเวณอาคารสถานที่ รวมถึงไม้เลื้อยและไม้พุ่มมีแก่นที่เป็นไม้ยืนต้น) ซึ่งรวมถึงงานปลูก งานตัดแต่ง งานค้ำจุน งานป้องกันและรักษาโรคและแมลง หรือโรคพืชอื่น งานป้องกันการถูก ไฟผ่า และงานโค่นต้นไม้ นอกจากนี้ยังรวมงานวางแผน งานให้คำปรึกษา การทำรายงาน และการเป็นพยานศาลในฐานะผู้เชี่ยวชาญ เนื่องจากต้นไม้ใหญ่มีคุณประโยชน์แก่มวลมนุษย์มาก แต่ต้นไม้ใหญ่ก็มีการดำรงชีวิตที่ซับซ้อน มีขนาดใหญ่โตและมีน้ำหนักมาก ต้นไม้ใหญ่ในเมือง จึงต้องการการแผ้วถางตัดแต่งและการดูแลเพื่อเป็นการประกันความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน

1.2.2 วิธีการทางวิทยาศาสตร์

การศึกษาชีววิทยามีแนวทางเช่นเดียวกับการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีกระบวนการ (process) ในการศึกษาเพื่อค้นหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) ที่เริ่มจากการสังเกต (observation) การตั้งสมมติฐาน (hypothesis) การตรวจสอบสมมติฐาน (hypothesis testing) การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล (data collection and analysis) และการสรุปผล (conclusion) สรุปได้ดังรูป 1.6



การสังเกต

การสังเกตเป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่งของนักวิทยาศาสตร์ การสังเกตจะใช้ประสาทสัมผัส เช่น การมองเห็น การได้ยิน การรับรส การดมกลิ่น หรือการสัมผัส สิ่งที่ได้จากการสังเกตอาจนำไปสู่ความสงสัยอยากรู้ ทำให้ค้นพบปัญหาและการแก้ปัญหาต่อไป

จากการสังเกตสิ่งมีชีวิตรอบตัว อาจจะสงสัยว่า **นกบินได้อย่างไร ทำไมถึงห้อยจิ้งจิงแคงได้** ในเวลากลางคืน **ผึ้งเมื่อดูดน้ำหวานจากดอกไม้แล้วบินกลับรังอย่างถูกต้องได้อย่างไร** ตาของสุนัขสามารถจำแนกสีที่ต่างกันได้อย่างไร คำถามเหล่านี้น่าสงสัยและท้าทายให้ค้นหาคำตอบอย่างยิ่ง นักวิทยาศาสตร์ตั้งปัญหาด้วยความอยากรู้อยากเห็น การเป็นคนช่างสังเกตจะช่วยให้สามารถตั้งคำถามได้รัดกุมและเป็นแนวทางสู่การค้นพบคำตอบอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้ นักเรียนสามารถฝึกการสังเกตและการตั้งคำถามได้จากการทำกิจกรรมต่อไปนี้



กิจกรรม 1.4 การสังเกตและการตั้งคำถาม

จุดประสงค์

1. สังเกตและบันทึกเกี่ยวกับลักษณะของสิ่งมีชีวิต
2. ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้
3. เปรียบเทียบข้อมูลและคำถามของนักเรียนกับเพื่อน

วิธีการทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนเลือกศึกษาสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งจากภาพ ก. - ค. ต่อไปนี้



2. สังเกตลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่ศึกษาให้มากที่สุด
3. บันทึกสิ่งที่สังเกตได้ภายในเวลา 5 นาที
4. เขียนคำถามอย่างน้อย 2-3 ข้อ เกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้
5. เปรียบเทียบข้อมูลและคำถามที่ได้จากการสังเกตของนักเรียนกับข้อมูลและคำถามของเพื่อนนักเรียนคนอื่น

คำถามท้าทายกิจกรรม

- ? ข้อมูลที่นักเรียนบันทึกได้จากการสังเกต เมื่อเปรียบเทียบกับคนอื่นแล้ว มีข้อมูลละเอียดครบถ้วนหรือไม่ อย่างไร
- ? คำถามที่นักเรียนตั้งขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเพื่อน ๆ แล้วเป็นอย่างไร



ลองทำดู

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล การค้นพบและผลงานของนักวิทยาศาสตร์ไทย ที่เป็นผลมาจากการสังเกตและตั้งคำถามอย่างน้อย 1 ผลงาน

จากการทำกิจกรรมนักเรียนจะพบว่าเพื่อนของนักเรียนบางคนสังเกตได้เพียงเล็กน้อย แต่บางคนสังเกตได้รายละเอียดเป็นจำนวนมาก หรือได้ข้อมูลจากการสังเกตที่แตกต่างไปจากคนอื่น นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่มีทักษะในการสังเกตดี ดังนั้นนักเรียนจึงควรสังเกตสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวให้เป็นนิสัย ซึ่งจะทำให้นักเรียนกลายเป็นผู้ช่างสังเกตได้อย่างถึถ้วน และจะเป็นผู้ที่มีความรอบคอบมากขึ้น สามารถค้นพบปัญหา รู้จักตั้งคำถามที่ดี ค้นหาสาเหตุของปัญหาและวิธีแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

อเล็กซานเดอร์ เฟลมมิง (Alexander Fleming) รูป 1.7 นักจุลชีววิทยาชาวอังกฤษ สังเกตว่าแบคทีเรียในจานเพาะเชื้อไม่เจริญถ้ามีเชื้อราเพนิซิลเลียม (*Penicillium sp.*) เจริญอยู่ด้วย ดังรูป 1.8 เฟลมมิงจึงเกิดความสงสัยและตั้งปัญหาว่า **เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น**

การค้นพบของเฟลมมิงก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมากต่อมนุษยในช่วงเวลาต่อมา ทำให้มีการสกัดสารปฏิชีวนะจากเชื้อราเพนิซิลเลียมใช้เป็นยารักษาโรคหลายโรคที่เกิดจากแบคทีเรีย



รูป 1.7 อเล็กซานเดอร์ เฟลมมิง

- ? จากตัวอย่างการค้นพบเชื้อราเพนิซิลเลียมของเฟลมมิง นักเรียนคิดว่าเฟลมมิงมีสมบัติของนักวิทยาศาสตร์อย่างไรบ้าง



รู้หรือไม่

การสังเกต (observation) เป็นทักษะที่สำคัญที่นำไปสู่การค้นพบปัญหา และรวบรวมข้อมูล นักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย และผู้ที่สามารถสังเกตได้อย่างละเอียด รอบคอบจะช่วยให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว



บริเวณ clear zone

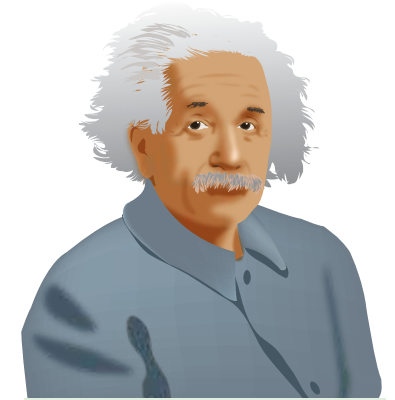
รูป 1.8 ก. เชื้อราเพนิซิลเลียมในจานเพาะเชื้อ

ข. บริเวณ clear zone ที่แบคทีเรียไม่เจริญถ้ามีราเพนิซิลเลียม

อันที่จริงนักชีววิทยาหลายคนก็เคยพบเชื้อราเพนิซิลเลียมในจานเพาะเชื้อแบคทีเรียบ่อยๆ แต่ไม่ได้สนใจ เนื่องจากต้องการเลี้ยงเฉพาะแบคทีเรียบริสุทธิ์เพื่อใช้ในการงานของตนจึงไม่ได้สังเกตเชื้อราที่ปนเปื้อนมา และไม่เกิดความสงสัยเหมือนกับที่เฟลมมิงเคยสงสัย

ปัญหา (problem) มักเกิดจากการสงสัยที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์และการศึกษาข้อเท็จจริงต่างๆ ที่เกิดขึ้น บางครั้งนักเรียนสามารถตั้งคำถามจากสิ่งที่สังเกตและพยายามคิดหาคำตอบที่อาจเป็นไปได้ที่เรียกว่า **สมมติฐาน (hypothesis)** บางครั้งนักเรียนไม่สามารถกำหนดสมมติฐานได้ทันที แสดงว่านักเรียนยังไม่เข้าใจปัญหา นักเรียนจำเป็นต้องสังเกตข้อเท็จจริงหรือค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม เมื่อนักเรียนได้ข้อเท็จจริงมากพอนักเรียนจะเข้าใจปัญหาดีขึ้นถึงขั้นที่นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้ จึงอาจกล่าวได้ว่าปัญหาและการตั้งสมมติฐาน

แอลเบิร์ต ไอน์สไตน์ (Albert Einstein) รูป 1.9 นักวิทยาศาสตร์คนสำคัญของโลกได้กล่าวไว้ว่า **"การตั้งปัญหาย่อมสำคัญกว่าการแก้ปัญหา"** การตั้งปัญหาใหม่ๆ และการกำหนดแนวทางที่อาจเป็นไปได้จากปัญหาเก่าๆ ในทักษะใหม่ย่อมต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งถือว่าเป็นความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง" รูป 1.9 แอลเบิร์ต ไอน์สไตน์



รูป 1.9 แอลเบิร์ต ไอน์สไตน์



นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวของ ไอน์สไตน์ หรือไม่ เพราะเหตุใด



กิจกรรม 1.5 การตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

จุดประสงค์

ฝึกทักษะการตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

วิธีการทำกิจกรรม

ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้

นักเรียนสองคนคั้นน้ำสับปะรดจากสับปะรด 2 ลูก ใส่ขวดแยกกันซึ่งมีน้ำเชื่อมบรรจุอยู่คนละขวดแล้วนำไปเก็บไว้ เมื่อนำน้ำสับปะรดที่เก็บไว้มาเพื่อจะดื่มพบว่าน้ำสับปะรดขวดหนึ่งมีฟองอากาศเกิดขึ้นมากกว่าอีกขวดหนึ่ง และเมื่อเปิดฝาขวดน้ำสับปะรดทั้ง 2 ขวด และดมกลิ่นพบว่าขวดที่มีฟองอากาศมากจะมีกลิ่นแอลกอฮอล์มากกว่าอีกขวดหนึ่ง

นักเรียนทั้งสองสงสัยว่า **เพราะเหตุใดในน้ำสับปะรดจึงมีฟองอากาศเกิดขึ้น เกิดกลิ่นแอลกอฮอล์ได้อย่างไร ฟองอากาศที่เกิดขึ้นเป็นฟองของแก๊สอะไร และเพราะเหตุใดทั้งสองขวดจึงมีปริมาณฟองอากาศแตกต่างกัน**

จากการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมพบว่า ฟองอากาศที่เกิดขึ้นในขวดน้ำสับปะรด เป็นฟองของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเกิดจากกระบวนการสลายน้ำตาลในน้ำสับปะรดของยีสต์

- ? จากสถานการณ์ที่เป็นปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าคำถามที่อาจเป็นไปได้มีอะไรบ้าง
- ? ถ้ามีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมและพบว่าขบวนการน้ำสลับประดทั้ง 2 ขวด ตั้งอยู่ในสภาพมีอุณหภูมิเท่ากัน ขนาดของขวด และรูปร่างของขวดเหมือนกันทุกประการ นักเรียนคิดว่ามีข้อมูลเพียงพอที่จะตั้งคำถามชัดเจนแล้วหรือไม่ ถ้ายังไม่ชัดเจนนักเรียนควรจะหาข้อมูลเพิ่มเติม แต่ถ้านักเรียนคิดว่าสามารถตั้งคำถามได้ชัดเจนแล้ว จงระบุคำถามว่า คำถามมีอะไรบ้าง



ลองทำดู

ให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์จริงที่เกี่ยวกับชีววิทยา แล้ววิเคราะห์ว่า จากสถานการณ์ที่เป็นปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าคำถามที่อาจเป็นไปได้มีอะไรบ้าง ตั้งคำถามมาอย่างน้อยคนละ 2 คำถาม

จากกิจกรรมดังกล่าวนี้ ตัวอย่างคำถามที่นักเรียนคิดที่อาจเป็นไปได้ เช่น

1. อุณหภูมิของสถานที่เก็บมีผลต่อการสลายน้ำตาลของยีสต์หรือไม่
2. ความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำสลับประดมีผลต่อการสลายน้ำตาลของยีสต์หรือไม่
3. ปริมาณน้ำสลับประดมีผลต่อการสลายน้ำตาลของยีสต์หรือไม่
4. ปริมาตรอากาศในขวดมีผลต่อการสลายน้ำตาลของยีสต์หรือไม่
5. ปริมาณยีสต์ในน้ำสลับประดมีผลต่อการสลายน้ำตาลของยีสต์หรือไม่

การตั้งสมมติฐาน

เมื่อได้รับข้อเท็จจริงหรือข้อมูลมากพอทำให้เห็นปัญหาได้ชัดเจน ก็จะสามารถตั้งสมมติฐานได้ สำหรับผู้ที่มีความคิดหลายแง่หลายมุม อาจตั้งสมมติฐานได้มากกว่าหนึ่งสมมติฐาน สำหรับผู้ที่ไม่ได้ฝึกให้คิดหรือตั้งสมมติฐาน มักจะคิดว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้เป็นสมมติฐานที่ถูกต้องเสมอ

เมื่อสังเกตต้นไม้นชนิดเดียวกันที่ปลูกในบริเวณที่ร่มเจริญไม่เท่ากับต้นที่อยู่กลางแจ้ง นักเรียนอาจสงสัยว่าอะไรทำให้ต้นไม้มีลักษณะเช่นนี้ ซึ่งข้อสงสัยอาจจะเป็นไปได้หลายประการ เช่น

1. ดินมีความชื้นมากหรือน้อยเกินไปหรือไม่
2. ธาตุอาหารในดินเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่
3. ปริมาณแสงเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่

ถ้าสังเกตปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชชนิดนั้นๆ อย่างละเอียด เช่น ความชื้น ธาตุอาหารในดิน ปริมาณแสง พบว่าความชื้นและธาตุอาหารในดิน ไม่น่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้พืชเจริญเติบโตแตกต่างกัน

- ? นักเรียนคิดว่าปัญหาคืออะไร และควรตั้งสมมติฐานอย่างไร

การตั้งสมมติฐานอาจใช้คำว่า ถ้า.....ดังนั้น.....
มีนักเรียน 2 คน ตั้งสมมติฐาน ดังนี้

- **นักเรียนคนที่ 1** ตั้งสมมติฐานว่า "ถ้าความเข้มของแสง มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นพืชที่อยู่กลางแจ้ง จะเจริญเติบโตดีกว่าพืชที่อยู่ในที่ร่ม"
- **นักเรียนคนที่ 2** ตั้งสมมติฐานว่า "ถ้าความเข้มของแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นพืชที่เจริญเติบโตกลางแจ้ง ต้นจะสูงกว่าพืชที่อยู่ในที่ร่ม"

- ? จงวิเคราะห์สมมติฐานของนักเรียนทั้ง 2 คน ว่ามีข้อเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร

การตั้งสมมติฐานที่ดีจะช่วยแนะแนวทางการตรวจสอบสมมติฐาน สมมติฐานของนักเรียนคนใดที่ช่วยแนะแนวทางการตรวจสอบ ให้ลองฝึกการตั้งสมมติฐานจากกิจกรรม 1.6



กิจกรรม 1.6 การตั้งสมมติฐาน

จุดประสงค์

ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่ตั้งขึ้นมา

วิธีการทำกิจกรรม

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งปัญหาจากกิจกรรม 1.5 และตั้งสมมติฐาน โดยใช้คำว่า ถ้า.....ดังนั้น.....

- ? สมมติฐานมีความสำคัญในการแก้ข้อสงสัยทางวิทยาศาสตร์อย่างไร



ลองทำดู

ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์จริงเกี่ยวกับชีววิทยา จากกิจกรรม 1.5 มาอย่างน้อย 2 สมมติฐาน

ปัญหาเพียงปัญหาเดียวอาจมีสมมติฐานหลายข้อ แต่สมมติฐานไม่ใช่คำตอบของปัญหา จนกว่าจะได้มีการตรวจสอบสมมติฐานอย่างรอบคอบ นักวิทยาศาสตร์ตรวจสอบสมมติฐานได้อย่างไร

การตรวจสอบสมมติฐาน

การตรวจสอบสมมติฐานอาจทำได้หลายวิธี เช่น การเฝ้าสังเกต การสำรวจและการทดลอง เป็นต้น การเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของสมมติฐาน ส่วนใหญ่การตรวจสอบสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์มักใช้การทดลอง (experiment) เพราะสามารถควบคุมตัวแปร (variable) ได้เป็นส่วนใหญ่ จึงทำให้ได้ข้อสรุปที่เชื่อถือซึ่งเรียกว่า การทดลองที่มีการควบคุม (controlled experiment)

ถ้านักเรียนกลุ่มหนึ่งมีสมมติฐานว่า "ถ้าความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำสับปะรดมีผลต่อการสลายน้ำตาลของยีสต์แล้ว ดังนั้นในน้ำสับปะรดที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลแตกต่างกัน อัตราการเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากปฏิกิริยาการสลายน้ำตาลในน้ำสับปะรดจะแตกต่างกันไปด้วย"

ก่อนจะทดลอง นักเรียนกลุ่มนี้ได้ไปค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม พบว่า ยีสต์สามารถเจริญได้ดีในสารละลายน้ำตาล เข้มข้นประมาณ 4-6 % จึงดำเนินการทดลอง ดังนี้

1. คั้นน้ำสับปะรดใส่ในขวดรูปชมพู่ ปริมาตร 40 ml เทสารละลายน้ำตาลที่มีความเข้มข้น 3% ลงไป 20 ml นำยีสต์ 2.5 กรัมใส่ลงไป คนให้เข้ากัน ปิดด้วยจุกยางเก็บแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น เป็นเวลา 5 นาที
2. ปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 1 แต่เปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลเป็น 4-8%
3. ทำการทดลองในข้อ 1 และข้อ 2 ซ้ำอีก 2 ครั้ง รวมเป็น 3 ครั้ง

? จากการทดลองนี้ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมคืออะไร

การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลของการทดลองดังกล่าวข้างต้น ได้ผลการทดลองดังนี้

ตาราง 1.2 ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในหลอดทดลองที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของน้ำตาลที่เติม ในน้ำสับปะรด (%)	ปริมาณแก๊ส CO ₂ (mL)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
3	2.90	3.20	3.40	3.17
4	3.30	3.50	3.50	3.43
5	3.80	3.90	3.80	3.83
6	3.90	4.20	4.00	4.03
7	4.20	4.40	4.30	4.30
8	4.00	4.50	4.40	4.30

- ? นักเรียนจะอธิบายผลการทดลองนี้อย่างไร
- ? ผลการทดลองนี้เชื่อถือได้หรือไม่อย่างไร
- ? เพราะเหตุใดจึงทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง จึงอธิบาย
- ? ถ้าทำการทดลองอีกครั้ง ข้อมูลจะเหมือนเดิมหรือไม่อย่างไร
- ? ขั้นตอนใดในการทดลองนี้น่าจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน และควรแก้ไขอย่างไร

การสรุปผลการทดลอง

จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองนักเรียนกลุ่มนี้ควรสรุปได้ว่า ความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำสับปะรดมีผลต่ออัตราการสลายน้ำตาลของยีสต์

- ? การสรุปเช่นนี้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่
- ? ผลการทดลองจำเป็นต้องสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้เสมอไปหรือไม่
- ? ถ้าผลการทดลองไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนควรจะดำเนินการอย่างไร



กิจกรรม 1.7 วิธีการทางวิทยาศาสตร์และการรายงานผลการทดลอง

จุดประสงค์

ฝึกทักษะการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และการรายงานผลการทดลอง

วิธีการทำกิจกรรม

จากที่ได้ศึกษาวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแล้ว ต่อไปนี้จะได้ปฏิบัติเหมือนนักวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในกิจกรรม 1.6 ที่นักเรียนสนใจ แล้วดำเนินการดังนี้

1. กำหนดปัญหา
2. ตั้งสมมติฐานในรูป ถ้า..... ดังนั้น.....
3. ออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลอง
4. สรุปผลการทดลอง และนำเสนอการทดลองต่อชั้นเรียน

? จากผลการทดลองของนักเรียนและผลการทดลองของเพื่อน จะสรุปได้อย่างไร

? จากการทดลองนี้ น่าจะศึกษาในเรื่องใดเพิ่มเติมอีกบ้าง



ลองทำดู

ถ้าหากการทดลองของแต่ละกลุ่มได้ผลที่ไม่เหมือนกัน นักเรียนจะหาสาเหตุและรายงานผลการทดลองในประเด็นใดได้บ้าง

สมมติฐานที่ได้ผ่านการทดสอบแล้วหลายครั้งซึ่งอาจเป็นการทดสอบโดยนักวิทยาศาสตร์คนเดิม หรือนักวิทยาศาสตร์คนละคน แต่ทำงานในลักษณะคล้ายคลึงกัน ซึ่งอาจอยู่คนละสถานที่แต่ได้ผลตรงกัน และความรู้ที่ได้ค้นพบนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวาง ก็จะนำไปตั้งเป็น**ทฤษฎี** (theory) หรือถ้าความรู้ที่ได้รับเป็นความจริงก็จะถูกนำไปตั้งเป็น**กฎ** (law) ในทางชีววิทยามีกฎและทฤษฎีที่สำคัญ เช่น กฎของเมนเดล ทฤษฎีเซลล์ ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาในโอกาสต่อไป

การศึกษาชีววิทยาของนักวิทยาศาสตร์ หรือนักชีววิทยาจึงทำให้เกิดความรู้ทางชีววิทยาซึ่งจะต้องผ่านกระบวนการสังเกต การทดลอง การบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ ดังนั้นชีววิทยาจึงประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็น**ความรู้** (knowledge) และ**กระบวนการ** (process)

? จากกิจกรรม 1.5 นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่าส่วนใดบ้างที่จัดว่าเป็นความรู้ และส่วนใดบ้างที่จัดว่าเป็นกระบวนการ

? สมมติฐานต่างจากทฤษฎีอย่างไร

การศึกษาทางวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาที่มุ่งแสวงหาความจริงของธรรมชาติ เพื่อให้เกิดความเข้าใจการเกิดปรากฏการณ์ต่างๆ ตามธรรมชาติ ความรู้ที่ได้รับในขณะนี้ความจริงในปัจจุบันแต่อาจเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต เมื่อเวลาและสถานที่เปลี่ยนไป หรือมีข้อมูลที่เป็นที่ยอมรับของนักวิชาการส่วนใหญ่มาเพิ่มเติม ดังกิจกรรมนักเรียนจะได้ศึกษาต่อไปนี้

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

ชีววิทยา เล่ม ๑

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.๒๕๖๐)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

เวลา ๒๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต ลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิต แขนงวิชาที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยาและการใช้ความรู้ทางชีววิทยาที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ชีววิทยากับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ความตระหนักในเรื่องของจรรยาบรรณ การศึกษาชีววิทยาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการศึกษาวិธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้เกี่ยวกับชีววิทยามาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน การทำกิจกรรมส่งเสริมศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง ศึกษาเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของสารต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต และปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ศึกษาส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ใช้แสง หลักการทำงาน วิธีการใช้ รวมทั้งการดูแลและเก็บรักษา ศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ โฟโพลีแซคคาไรด์และนิวคลีอิค การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การหายใจระดับเซลล์ซึ่งเป็นกระบวนการที่เซลล์สร้างพลังงานจากการสลายสารอาหารสำหรับนำไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของเซลล์ และการแบ่งเซลล์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสารสามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

๑. อธิบายและสรุปสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ของการจัดระบบในสิ่งมีชีวิตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้
๒. อภิปรายและบอกความสำคัญของการระบุปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา สมมติฐาน และวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน รวมทั้งออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
๓. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของน้ำและบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และยกตัวอย่างธาตุชนิดต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต
๔. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต ระบุกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
๕. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีน และความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
๖. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิด และความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
๗. อธิบายโครงสร้างของกรดนิวคลีอิก และระบุชนิดของกรดนิวคลีอิกและความสำคัญของกรดนิวคลีอิกที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
๘. สืบค้นข้อมูลและอธิบายปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต
๙. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิตและระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์
๑๐. บอกวิธีการและเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง วัดขนาดโดยประมาณและวาดภาพที่ปรากฏภายใต้กล้อง บอกวิธีการใช้ และการดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์ใช้แสงที่ถูกต้อง
๑๑. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์
๑๒. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และระบุชนิดและหน้าที่ของออร์แกเนลล์
๑๓. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของนิวเคลียส
๑๔. อธิบายและเปรียบเทียบการแพร่ ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ต
๑๕. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนภาพการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่ออกจากเซลล์ด้วยกระบวนการเอกโซไซโทซิสและการลำเลียงสารโมเลกุลใหญ่เข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการเอนโดไซโทซิส
๑๖. สังเกตการแบ่งนิวเคลียร์แบบไมโทซิสและแบบไมโอซิสจากตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์พร้อมทั้งอธิบายและเปรียบเทียบการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิส
๑๗. อธิบาย เปรียบเทียบ และสรุปขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอและภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ

รวมทั้งหมด ๑๗ ผลการเรียนรู้