

ชีววิทยา ม.6

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551

เล่ม 2



คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

ชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดสิ่งมีชีวิต อาณาจักรสิ่งมีชีวิต การถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหนาแน่นและการแพร่กระจายของประชากร ขนาดประชากร ประชากรมนุษย์ ทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ประโยชน์ ปัญหา และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ

โดยจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันควบคู่ไปกับคุณธรรม และจริยธรรม และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ได้แก่ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ พร้อมทั้งตระหนักว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

1. อภิปรายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายทางสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ
2. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
3. อธิบายลักษณะสำคัญ และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์
4. อธิบาย และยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อย และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับชั้นสปีชีส์
5. สร้างไดโคโทมัสคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่างที่กำหนดออกเป็นหมวดหมู่
6. วิเคราะห์ อธิบาย และยกตัวอย่างกระบวนการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ
7. อธิบาย ยกตัวอย่างการเกิดไบโอแมกนิฟิเคชันและบอกแนวทางในการลดการเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน
8. สืบค้นข้อมูล และเขียนแผนภาพ เพื่ออธิบายวัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส
9. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบายลักษณะของไบโอมที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ บนโลก
10. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง อธิบาย และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ และการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ
11. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ยกตัวอย่าง และสรุปเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของประชากรของสิ่งมีชีวิตบางชนิด
12. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการเพิ่มของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียล และการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก
13. อธิบายและยกตัวอย่างปัจจัยที่ควบคุมการเติบโตของประชากร
14. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา การขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการวางแผนการจัดการน้ำ และการแก้ไขปัญหา
15. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหามลพิษทางอากาศ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา
16. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรดิน และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา
17. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่เกิดจากการทำลายป่าไม้ รวมทั้งเสนอแนวทางการป้องกันการทำลายป่าไม้ และการอนุรักษ์ป่าไม้
18. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่ทำให้สัตว์ป่ามีจำนวนลดลง และแนวทางในการอนุรักษ์สัตว์ป่า

รวมทั้งหมด 18 ผลการเรียนรู้

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 2

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง

อนิรุธ พรหมเจริญ

ผู้ตรวจ

ผศ. ดร.นพรัตน์ พุทธกาล

รศ. ดร.ประนอม แก้วระคน

เจียมจิต กุลมาลา

บรรณาธิการ

รศ. ดร.วิชัย เชิดชูศาสตร์

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 2

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง	อนิรุธ พรหมเจริญ
ผู้ตรวจ	ผศ. ดร.นพรัตน์ พุทธกาล รศ. ดร.ประนอม แก้วระคน เจียมจิต กุลมาลา
บรรณาธิการ	รศ. ดร.วิชัย เชิดชูศาสตร์

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

อนิรุธ พรหมเจริญ.

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 2.--กรุงเทพฯ : แม็คเ็ดดูเคชั่น,
2563.

200 หน้า.

1. ชีววิทยา--การศึกษาและการสอน (มัธยมศึกษา).

I. ชื่อเรื่อง.

570.76

ISBN 978-616-345-182-8

พิมพ์ครั้งที่ 1

จำนวน 8,000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ : มกราคม 2563

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใด
ของหนังสือเล่มนี้ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

จัดทำโดย

MAC EDUCATION

ส่งชานนิต์ส่งจ่าย **ไประณีย์ลาดพร้าว**

ในนาม **บริษัท แม็คเ็ดดูเคชั่น จำกัด**

9/99 อาคารแม็ค ซอยลาดพร้าว 38 ถนนลาดพร้าว

แขวงจันทระเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร. 0-2512-0661, 0-2938-2022-7 แฟกซ์ 0-2938-2028

www.MACeducation.com

พิมพ์ที่ : บริษัท เพ็ญทรัพย์ การพิมพ์ จำกัด

คำชี้แจง

ตามที่กระทรวงศึกษาธิการโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ดำเนินการทบทวนหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยในระยะแรกให้ปรับปรุงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สำหรับใช้ในปีการศึกษา 2561 ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 4 ปีการศึกษา 2562 ให้ใช้ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1, 2, 4 และ 5 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2, 4 และ 5 และตั้งแต่ปีการศึกษา 2563 เป็นต้นไปให้ใช้ในทุกชั้นเรียน ซึ่งการปรับหลักสูตรครั้งนี้มีเป้าหมายสำคัญเพื่อให้โรงเรียนสามารถจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบสามารถใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบูรณาการกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่นำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์หรือสร้างสรรค์นวัตกรรม นอกจากนี้ยังให้เกิดการเรียนรู้เรื่องภูมิศาสตร์ (Geo-literacy) ทั้งด้านความสามารถทางภูมิศาสตร์ กระบวนการทางภูมิศาสตร์ และทักษะทางภูมิศาสตร์ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจได้อย่างถูกต้องและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิต

ด้วยตระหนักถึงความสำคัญของการปรับเปลี่ยนหลักสูตรข้างต้น บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด จึงได้มอบหมายให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร ด้านการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล ได้ปรับปรุงพัฒนาหนังสือเรียนให้สอดคล้องมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ของหลักสูตรในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่มีการเปลี่ยนแปลง และให้สอดคล้องกับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่กำหนดไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579 และยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

โดยหนังสือเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะให้ผู้ใช้หนังสือเรียนได้ทราบเป้าหมายการเรียนรู้ในตอนต้นหน่วยการเรียนรู้ จากสาระการเรียนรู้และตัวชี้วัดชั้นปี และทุกหัวข้อหลักจะนำเสนอแนวคิดสำคัญเพื่อให้ทราบถึงสิ่งที่เป็นความรู้ ความคิดที่เป็นแก่นสำคัญที่ต้องเรียนรู้ให้ลึกซึ้ง และการเรียนรู้ที่ดี ผู้เรียนควรได้ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเป็นระยะ ๆ ก่อนเรียนเรื่องใหม่ ดังนั้น ในหนังสือเรียนจะมีการสอดแทรกกิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับเรื่องที่ได้เรียนผ่านมา เพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบ

ตนเอง หรือบางหัวข้ออาจเป็นการฝึกทักษะให้ชำนาญก่อน สิ่งเพิ่มเติมในหนังสือเรียนเล่มนี้คือ กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา นำไปสู่การสร้างผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรม ซึ่งผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์หรือดัดแปลงให้เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนและผู้เรียน การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมโดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารและสารสนเทศ (ICT) เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนั้นในหนังสือเรียนเล่มนี้จึงได้มีการเสริมเนื้อหาเพิ่มเติมที่ได้ผ่านการคัดกรองมาแล้วว่าเหมาะสมกับการเรียนรู้ แทรกไว้ในเนื้อหาบางหน่วยโดยใช้สัญลักษณ์   ผู้เรียนสามารถใช้สมาร์ทโฟนสแกน QR Code หรือเปิดเว็บไซต์ MACeducation.com เพื่อเข้าเมนู การศึกษาขั้นพื้นฐาน >>> MAC iLink และเลือกเปิดดูส่วนเสริมของบทเรียนในหนังสือเรียนแต่ละเล่มได้ ท้ายหน่วยการเรียนรู้ทุกหน่วยจะมีการสรุปบทเรียนสำหรับผู้เรียนได้ใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการตรวจสอบองค์ความรู้ที่ควรได้รับการพัฒนาหลังจากเสร็จสิ้นการเรียนรู้ หรือเป็นสาระสำคัญที่ควรจดจำและทำความเข้าใจให้ถ่องแท้ ซึ่งนับว่าเป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งในการปรับปรุงหนังสือเรียนครั้งนี้ที่ได้พัฒนาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนเล่มนี้จะมีคุณค่า มีประโยชน์ และช่วยส่งเสริมการปฏิรูปการศึกษา เพื่อเป็นรากฐานสำคัญที่จะช่วยทำให้ประเทศไทยก้าวสู่ประเทศที่มีการพัฒนาอย่างยั่งยืนด้วยการมีพลเมืองที่มีคุณภาพ มีความคิดสร้างสรรค์ ตามเจตนารมณ์ของการปรับปรุงหลักสูตรครั้งนี้ และนโยบายประเทศไทย 4.0

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด

คำนำ

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 2 ได้พัฒนาและปรับทั้งเนื้อหา กิจกรรมการทดลอง ภาพประกอบ กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้ให้ตรงตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียงได้ศึกษาผลการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และแนวทางในการวัดและประเมินผล นำมาจัดทำโครงสร้างสำหรับหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยเลือกเนื้อหา กระบวนการเรียนการสอน การทำกิจกรรม ทักษะการคิด การวัดผลและประเมินผล ผ่านการนำเสนอด้วยการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (Active Learning) ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ เข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการสำรวจ ตรวจสอบข้อมูล การคิดแก้ปัญหา ตลอดจนการเสริมสร้างจิตวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญ ด้วยกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน นำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นคำตอบของการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

หนังสือเรียนเล่มนี้ประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้สรุปสาระการเรียนรู้ ระบุผลการเรียนรู้ มีภาพและคำถามเข้าสู่บทเรียน แนวคิดสำคัญของแต่ละเรื่อง กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เนื้อหา และคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้เพื่อเป็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษา และมีคุณภาพตรงตามผลการเรียนรู้ หากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้เรียบเรียงขออภัยและคำแนะนำด้วยความขอบคุณยิ่ง

สารบัญ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	1
1. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ	5
2. การกำเนิดสิ่งมีชีวิต	11
3. อาณาจักรสิ่งมีชีวิต	15
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	74
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบนิเวศ	75
1. การถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ	77
2. ไบโอม	110
3. การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ	122
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	129
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ประชากร	132
1. ความหนาแน่นและการแพร่กระจายของประชากร	134
2. ขนาดประชากร	141
3. ประชากรมนุษย์	146
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	155
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม	156
1. ทรัพยากรธรรมชาติ	158
2. การใช้ประโยชน์ ปัญหา และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ	160
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	191
บรรณานุกรม	192
อภิธานศัพท์	193



หน่วยการเรียนรู้ที่

1



ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

สาระการเรียนรู้

- 1 การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ
- 2 การกำเนิดสิ่งมีชีวิต
- 3 อาณาจักรสิ่งมีชีวิต

ผลการเรียนรู้

1. อภิปรายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพและความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายทางสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ
2. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
3. อธิบายลักษณะสำคัญและยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์
4. อธิบายและยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อย และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับชั้นสปีชีส์
5. สร้างไดโคโทมัสคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่างที่กำหนดออกเป็นหมวดหมู่



เราสามารถจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตเหล่านี้
โดยใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการจำแนก



สิ่งมีชีวิตต้องการปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตหลักๆ คือ อาหารและที่อยู่อาศัย เมื่อสิ่งมีชีวิตหลายชนิดมาอาศัยอยู่ร่วมกัน ณ บริเวณใดบริเวณหนึ่งและมีความสัมพันธ์กันในด้านต่างๆ เกิดขึ้น บริเวณนั้นก็จะมีความซับซ้อนมากขึ้นจนกลายเป็นระบบนิเวศ ซึ่งอาจมีตั้งแต่ระบบนิเวศขนาดเล็กไปจนถึงระบบนิเวศขนาดใหญ่

ระบบนิเวศที่มีความแตกต่างกันจะปรากฏรูปแบบของสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกันออกไป เช่น ระบบนิเวศแนวปะการังจะพบกุ้ง หอย ปู และปลา ซึ่งยังสามารถจำแนกออกได้อีกหลายกลุ่ม ในขณะที่สิ่งมีชีวิตในป่าดิบชื้นก็มีความหลากหลายทางชีวภาพที่แตกต่างกันออกไป

นักชีววิทยาได้จำแนกความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) ออกเป็น 3 ระดับ คือ

1. ความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity) หมายถึง ความหลากหลายขององค์ประกอบทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิต ทำให้ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่แสดงออกมีความเหมือนและความแตกต่างทั้งภายในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน ถ้าสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีความแปรผันทางพันธุกรรมแล้วทำให้มีองค์ประกอบทางพันธุกรรมแตกต่างกัน จะทำให้ระดับการแสดงออกของลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตแตกต่างกัน และอาจมีมากขึ้นจนกระทั่งกลายเป็นสิ่งมีชีวิตที่ต่างชนิดหรือต่างอาณาจักรกันได้ในที่สุด

2. ความหลากหลายทางสปีชีส์ (species diversity) หมายถึง ความหลากหลายของจำนวนชนิดและจำนวนประชากรของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ การเกิดสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่จะต้องอาศัยองค์ประกอบทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเพิ่มมากขึ้นทีละน้อย ๆ จนกระทั่งทำให้เกิดการแสดงออกทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างไปจากเดิม ซึ่งเป็นลักษณะที่ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถปรับตัวและดำรงชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมใหม่ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการเกิดสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตนั่นเอง

3. ความหลากหลายของระบบนิเวศ (ecological diversity) หมายถึง ความหลากหลายของแหล่งที่อยู่ซึ่งประกอบไปด้วยปัจจัยทางชีวภาพและปัจจัยทางกายภาพที่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ความหลากหลายของระบบนิเวศเป็นปัจจัยหนึ่งในการจำกัดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต กล่าวคือ ถ้าระบบนิเวศมีความหลากหลายมากก็จะทำให้สิ่งมีชีวิตมีความหลากหลายมากขึ้นด้วย และจะนำไปสู่ความหลากหลายทางชีวภาพที่สมดุล



กิจกรรมการสำรวจ

กิจกรรมที่ 1.1 ความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่น

จุดประสงค์

สำรวจ สังเกต และอธิบายเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่น

อุปกรณ์

1. สมุด
2. ปากกาจดบันทึก
3. กล้องถ่ายรูปหรืออุปกรณ์บันทึกภาพ

วิธีปฏิบัติ

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มรับผิดชอบในการสำรวจสิ่งมีชีวิต 2 กลุ่มใหญ่ คือ พืช และสัตว์
2. บันทึกข้อมูลรายละเอียดของสัตว์หรือพืชที่นักเรียนพบเห็นจากการสำรวจในบริเวณหมู่บ้านหรือโรงเรียน โดยอาจบันทึกผลตามตัวอย่างตารางบันทึกผลการสำรวจ ซึ่งหากมีรายละเอียดเพิ่มเติมนักเรียนสามารถบันทึกเพิ่มได้

ตัวอย่างตารางบันทึกผลการสำรวจ

ลำดับที่	วัน/เดือน/ปี	ชื่อสิ่งมีชีวิต	ลักษณะของสิ่งมีชีวิต	ลักษณะที่อยู่อาศัย
1	ให้นักเรียนบันทึกผลลงในสมุดประจำตัวนักเรียน			
2				
3				
⋮				

3. นักเรียนอาจบันทึกภาพเพื่อตรวจสอบแบบละเอียดในภายหลังได้
4. ร่วมกันอภิปรายและแลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับความสอดคล้องของลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตต่อการดำรงชีพในแหล่งที่อยู่อาศัยนั้นๆ

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ลักษณะของสิ่งมีชีวิตต่างๆ มีความเหมือนและต่างกันอย่างไร
2. ลักษณะที่ปรากฏทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตสอดคล้องต่อการดำรงชีพในระบบนิเวศนั้นๆ อย่างไร
3. ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่พบของแต่ละระบบนิเวศมีความเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

1. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ



แนวคิดสำคัญ

การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพต้องอาศัยความรู้หลายสาขาวิชาบูรณาการเข้าด้วยกันเพื่อให้สามารถหาความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ โดยใช้หลักฐานของซากดึกดำบรรพ์ ข้อมูลการศึกษาชีววิทยาระดับโมเลกุล การเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาค ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ตลอดจนลักษณะทางนิเวศวิทยาและพฤติกรรม เพื่อใช้เป็นหลักเกณฑ์สำคัญในระบบการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต

ตลอดระยะเวลาของโลกที่ได้คาดคะเนอายุมากกว่า 3,000 ล้านปี ได้มีสิ่งมีชีวิตอุบัติขึ้นมาบนโลกใบนี้มากมาย ทั้งที่สูญพันธุ์ไปแล้วและยังดำรงเผ่าพันธุ์อยู่ในโลกใบนี้ ด้วยจำนวนที่มหาศาลและสปีชีส์ที่มากกว่าสองล้านสปีชีส์ทำให้นักชีววิทยาพยายามที่จะศึกษาถึงความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตให้เป็นระบบมากยิ่งขึ้น

ในกระบวนการศึกษาความหลากหลายนักชีววิทยาได้มีวิธีการศึกษาจากกระบวนการง่าย ๆ จนไปถึงระดับที่ซับซ้อนมากขึ้นดังนี้

1. **ระบบจำแนกสิ่งมีชีวิตแบบผิวเผิน (artificial system)** เป็นการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตโดยพิจารณาลักษณะภายนอกทั่ว ๆ ไปเท่าที่สังเกตได้ สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะคล้ายกันจัดไว้พวกเดียวกัน สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะต่างกันก็จะถูกแยกออกไป ระบบนี้นิยมใช้ในช่วง พ.ศ. 2243 – 2343

2. **ระบบจำแนกสิ่งมีชีวิตตามลักษณะทางธรรมชาติ (natural system)** เป็นการจัดจำแนกโดยอาศัยลักษณะธรรมชาติ ลักษณะภายนอก ลักษณะภายใน พฤติกรรม และนิเวศวิทยา ระบบนี้ใช้เมื่อกลาง พ.ศ. 2343 – 2443

3. **ระบบจำแนกสิ่งมีชีวิตตามลักษณะทางพันธุกรรม (phylogenetic system)** เป็นการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตโดยพิจารณาถึงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และการมีบรรพบุรุษร่วมกัน ซึ่งได้มีการนำความรู้ทางชีววิทยาและวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ เข้ามาประกอบด้วย ระบบนี้ได้รับความนิยมนำมาใช้งานถึงปัจจุบัน

4. **ระบบจำแนกสิ่งมีชีวิตแบบสมัยใหม่ (modern system)** ระบบนี้เป็นการผสมระหว่างระบบจำแนกสิ่งมีชีวิตตามลักษณะทางธรรมชาติกับระบบจำแนกสิ่งมีชีวิตตามลักษณะพันธุกรรมเข้าด้วยกันโดยรวมลักษณะภายนอก ลักษณะภายใน เอ็มบริโอ ลักษณะทางชีวเคมี เช่น ผนังเซลล์ประกอบด้วยสารอะไรบ้าง มีอาหารเก็บไว้ที่โครงสร้างใด มีรงควัตถุอะไร จำนวนโครโมโซม รวมทั้งสภาวะแวดล้อมของพืชและซากดึกดำบรรพ์ (fossil) มาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา

การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต

ในแต่ละวันของนักเรียนหลักหนีไม่พ้นการจำแนกจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ ทั้งอุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ หรือแม้กระทั่งอาหารต่าง ๆ ก็ถูกจัดจำแนกเพื่อให้เหมาะสมในการเลือกซื้อเลือกบริโภค ในการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตก็เช่นเดียวกัน นักชีววิทยาต่างก็ใช้ข้อมูลเบื้องต้น หลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ และอาจใช้การวิเคราะห์ขั้นสูงเพื่อนำมาจัดจำแนกหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

นักเรียนคิดว่านักชีววิทยามีวิธีการใดในการจำแนกสิ่งมีชีวิต ในกิจกรรมต่อไปนี้นักเรียนจะได้ฝึกการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตอย่างง่าย



กิจกรรมเพื่อการเรียนรู้

กิจกรรมที่ 1.2 การจัดหมวดหมู่ของใบไม้

จุดประสงค์

สังเกต อธิบาย และจำแนกหมวดหมู่ของใบไม้

อุปกรณ์

1. ใบไม้ชนิดต่างๆ
2. ไฟฉายหรือคอมไฟ
3. ไม้บรรทัด
4. แว่นขยาย

วิธีปฏิบัติ

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้ลักษณะเบื้องต้นที่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่าในการจำแนกใบไม้ออกเป็น 2 กลุ่ม เช่น สีของใบ ขอบของใบ การสะท้อนแสงของใบ และลักษณะเส้นใบ
2. บันทึกข้อมูลที่ได้อธิบายเป็นเกณฑ์จำแนกในข้อ 1
3. นำกลุ่มใบไม้ที่จำแนกในข้อ 1 มาจำแนกออก 2 กลุ่ม บันทึกผล จากนั้นให้จำแนกเป็น 2 กลุ่มอีกครั้ง ทำแบบนี้จนกระทั่งได้ใบไม้ในแต่ละกลุ่มเพียงใบเดียว

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ลักษณะที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกกลุ่มของใบไม้มีความเหมาะสมอย่างไร มีใบไม้ชนิดใดบ้างที่มีลักษณะปรากฏในทั้ง 2 กลุ่ม
2. เมื่อจำแนกใบไม้ในกลุ่มย่อยลึกลงไป ใบไม้แต่ละชนิดมีความคล้ายคลึงกันอย่างไร
3. เหตุใดใบไม้ต่างชนิดกันถึงมีลักษณะคล้ายคลึงกันได้

การจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่นั้นทำให้สะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ซึ่งสาขาวิชาที่ทำการศึกษเกี่ยวกับการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตเรียกว่า **อนุกรมวิธาน (taxonomy)** มีขอบข่ายดังนี้

1. การจัดจำแนกหมวดหมู่สิ่งมีชีวิต (classification) เป็นการศึกษาเพื่อจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่ตามกฎเกณฑ์หรือระเบียบข้อบังคับที่เป็นสากล โดยรวบรวมสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมือนกันหรือคล้ายกันจัดเป็นหมวดหมู่เดียวกันหรือใกล้เคียงกัน จากนั้นนำแต่ละหมวดหมู่มาเรียงลำดับอย่างมีระบบแบบแผน

2. การตรวจสอบชื่อสากลของสิ่งมีชีวิต (nomenclature) เป็นการศึกษาเพื่อกำหนดชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตตามกฎหมายนานาชาติของการกำหนดชื่อวิทยาศาสตร์ของพืช (International Codes of Botanical Nomenclature : ICBN) หรือกฎหมายนานาชาติของการกำหนดชื่อวิทยาศาสตร์ของสัตว์ (International Codes of Zoological Nomenclature : ICZN) ซึ่งกำหนดเกณฑ์ต่างๆ เกี่ยวกับการตั้งชื่อของสิ่งมีชีวิต

3. การตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์ (identification) เป็นการศึกษาเพื่อตรวจสอบเอกลักษณ์และชนิดของสิ่งมีชีวิต โดยการตรวจสอบว่าสิ่งมีชีวิตที่ทำการศึกษานั้นมีรูปร่างลักษณะเหมือนหรือคล้ายกับสิ่งมีชีวิตที่ได้จัดจำแนกไว้หรือไม่ การศึกษาในขั้นตอนนี้จะทำให้ทราบชื่อวิทยาศาสตร์และหมวดหมู่ที่ถูกต้องของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น หรือทำให้ทราบว่าสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ที่ยังไม่เคยจัดเข้าหมวดหมู่หรือกำหนดชื่อวิทยาศาสตร์มาก่อนก็ได้

ลำดับชั้นในการจัดหมวดหมู่สิ่งมีชีวิตมีหลายระดับ หมวดหมู่นาใหญ่ที่สุด คือ **อาณาจักร (Kingdom)** ในอาณาจักรประกอบด้วยหลาย **ไฟลัม (Phylum)** ไฟลัมสามารถแบ่งออกเป็น **คลาส (Class)** ต่างๆ ในแต่ละคลาสประกอบด้วยหลาย **อันดับ (Order)** ในอันดับประกอบด้วยหลาย **วงศ์ (Family)** ในแต่ละวงศ์ยังแยกได้อีกหลาย **สกุล (Genus)** ซึ่งในสกุลยังประกอบด้วยหลาย **สปีชีส์ (Species)**

อาณาจักร (Kingdom)

ไฟลัม (Phylum)

คลาส (Class)

อันดับ (Order)

วงศ์ (Family)

สกุล (Genus)

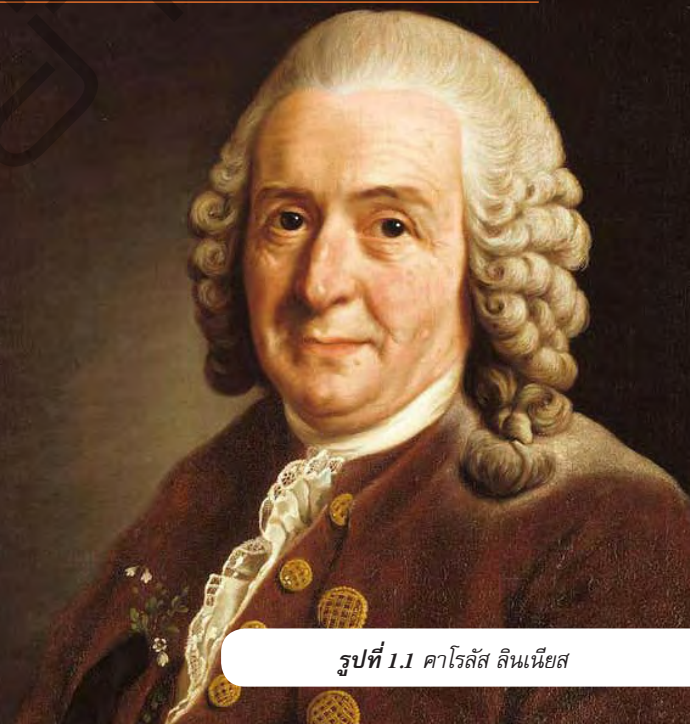
สปีชีส์ (Species)

ชื่อของสิ่งมีชีวิต

การเรียกชื่อสิ่งมีชีวิตจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น เรียกตามชื่อสถานที่หรือถิ่นกำเนิด ได้แก่ ช้างอินเดีย อีกวน่ากาลาปากอส ผักตบชวา

นอกจากนี้ในแต่ละประเทศก็ยังมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปหรือในประเทศเดียวกันแต่ก็มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามท้องถิ่น เช่น แมลงปอ ภาคเหนือ เรียก แมงก่าบี้ ภาคใต้เรียก แมงพี การเรียกชื่อที่แตกต่างกันอาจทำให้พบปัญหาในการสื่อสารเพื่อการอ้างอิงได้ จึงได้มีการกำหนดเกณฑ์การเรียกชื่อให้เป็นระบบเดียวกัน โดยสิ่งมีชีวิตจะมีชื่อวิทยาศาสตร์ (scientific name) เป็นชื่อที่ถูกต้องเพียงชื่อเดียว (correct name)

บุคคลที่ได้รับยกย่องว่าเป็นบิดาแห่งอนุกรมวิธาน คือ **คาโรลัส ลินเนียส (Carolus Linnaeus)** ที่ได้กำหนดชื่อวิทยาศาสตร์โดยใช้หลักการของชื่อระบบทวินาม (binomial nomenclature)



รูปที่ 1.1 คาโรลัส ลินเนียส

การเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในระบบทวินามนั้น ชื่อแรกเป็น **ชื่อสกุล (generic name)** ส่วนชื่อที่สองเป็น **ชื่อระบุสปีชีส์ (scientific epithet name)**

หลักการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์

1. ต้องเป็นภาษาละตินหรือภาษาอื่นที่แปลงมาเป็นภาษาลาติน
2. ชื่อวิทยาศาสตร์ต้องเขียนด้วยตัวเอียงหรือขีดเส้นใต้แยกระหว่างชื่อสกุลและชื่อระบุสปีชีส์ เช่น *Homo sapiens* หรือ Homo sapiens ในการกล่าวถึงชื่อวิทยาศาสตร์ครั้งแรกอาจมีชื่อผู้ตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ (author name) กำกับไว้ด้วย เช่น *Musa sapientum* L. กล้วยน้ำหว่า ตั้งชื่อโดย Linnaeus

3. คำศัพท์คำแรก (ชื่อสกุล) ต้องขึ้นต้นด้วยอักษรตัวใหญ่เสมอ นอกจากนั้นใช้อักษรตัวเล็กทั้งหมด เช่น *Canis lupus* หรือ *Anthus hodgsoni*
4. ในสปีชีส์ย่อย ชื่อจะประกอบด้วย 3 ส่วน และสามารถเขียนได้ 2 แบบ โดยพืชและสัตว์จะเขียนต่างกัน เช่น
 - 4.1 เสือโคร่งเบงกอล คือ *Panthera tigris tigris* และเสือโคร่งไซบีเรีย คือ *Panthera tigris altaica*
 - 4.2 ต้นเอลเดอร์ดำยุโรป คือ *Sambucus nigra subsp. nigra* และเอลเดอร์ดำอเมริกา คือ *Sambucus nigra subsp. canadensis*
5. การใช้ชื่อนามสกุลย่อ หรือชื่อนามสกุลเต็มของนักวิทยาศาสตร์ผู้จัดทำชื่อนั้นต่อท้าย โดยชื่อนามสกุลย่อใช้กับพืช ส่วนชื่อนามสกุลเต็มใช้กับสัตว์ ในบางกรณีถ้าชื่อสปีชีส์เคยถูกกำหนดให้ชื่อสกุลที่ต่างออกไปจากชื่อในปัจจุบัน จะคร่อมชื่อสกุลนักวิทยาศาสตร์กับปีที่จัดทำไว้ เช่น *Amaranthus retroflexus* L. เป็นชื่อวิทยาศาสตร์ของผักโขมสายพันธุ์หนึ่ง *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758) เป็นชื่อวิทยาศาสตร์ของนกกระจอกใหญ่สายพันธุ์หนึ่ง ที่ใส่วงเล็บเพราะในอดีตชื่อหลังอยู่ในสกุล *Fringilla*
6. หากใช้กับชื่อสามัญ มักใส่ชื่อทวินามไว้ในวงเล็บต่อท้ายชื่อสามัญ เช่น นกกระจอกบ้าน (*Passer domesticus*)
7. การเขียนชื่อทวินามเป็นครั้งแรกในรายงานหรือสิ่งพิมพ์ ต้องเขียนเป็นชื่อเต็มก่อน หลังจากนั้นสามารถย่อชื่อสกุลให้สั้นลงเป็นอักษรตัวแรกของชื่อสกุลและตามด้วยจุด เช่น *Canis lupus* ย่อเป็น *C. lupus* ด้วยเหตุที่เราสามารถย่อชื่อในลักษณะนี้ได้ ทำให้ชื่อย่อเป็นที่รู้จักและกล่าวถึงมากกว่าชื่อเต็ม เช่น *T. rex* คือ *Tyrannosaurus rex* หรือ *E. coli* คือ *Escherichia coli*
8. บางกรณีสามารถเขียน sp. (สำหรับสัตว์) หรือ spec. (สำหรับพืช) ไว้ท้ายชื่อสกุล ในกรณีที่ไม่ต้องการเจาะจงชื่อสปีชีส์ และเขียน spp. ในกรณีที่ต้องการกล่าวถึงหลายสปีชีส์ ตัวอย่างเช่น *Canis* sp. หมายถึง สปีชีส์หนึ่งในสกุล *Canis*
9. สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งอาจมีชื่อวิทยาศาสตร์มากกว่า 1 ชื่อ ให้ใช้ชื่อตั้งขึ้นก่อนเป็นชื่อหลัก ส่วนชื่ออื่นเป็นชื่อรอง
10. ชื่อวิทยาศาสตร์มักจะบอกลักษณะบางอย่างกับสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ชื่อวิทยาศาสตร์ที่บ่งบอกถึงสถานที่อยู่ ลักษณะ หรือชื่อของผู้ตั้งชื่อ

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ความหมาย
ไส้เดือนดิน	<i>Lumbricus terrestris</i>	terrestris หมายถึง อาศัยอยู่บนบก หรือในดิน
พยาธิใบไม้ในตับแกะ	<i>Fasciola hepatica</i>	hepatica หมายถึง ตับ
มะม่วง	<i>Mangifera indica</i>	indica หมายถึง ประเทศอินเดีย
จำปี	<i>Michelia alba</i>	alba หมายถึง สีขาว
ปลาบึก	<i>Pangasianodon gigas</i>	gigas หมายถึง ใหญ่ที่สุด
ปูเจ้าฟ้า	<i>Phricothalpusa sirindhorn</i>	sirindhorn มาจากพระนามของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

ใบประกันคุณภาพสื่อการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 2 ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เล่มนี้ บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด เป็นผู้จัดพิมพ์เผยแพร่และจำหน่าย โดยได้จัดทำคำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม ที่มีทั้งผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติมและองค์ประกอบสำคัญอื่นที่บริษัทฯ จัดทำขึ้น เพื่อให้สถานศึกษาได้เทียบเคียง กับหลักสูตรของสถานศึกษา และพิจารณาเลือกใช้หนังสือนี้ประกอบการจัดการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับหลักสูตรสถานศึกษา ของตนได้ตามความเหมาะสม

ผู้เรียบเรียง นายอนิรุท พรหมเจริญ

ผู้ตรวจ 1. ผศ. ดร.นพรัตน์ พุทธกาล
2. รศ. ดร.ประนอม แก้วระคน
3. นางเจียมจิต กุลมาลา

บรรณาธิการ รศ. วิชัย เชิดชูศาสตร์

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด ขอรับรองว่า ผู้เรียบเรียง ผู้ตรวจ และบรรณาธิการ ดังกล่าว เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถ ในการจัดทำหนังสือนี้ให้มีความถูกต้องและมีคุณภาพในการจัดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของรายวิชาเพิ่มเติมที่กำหนด

หากผู้ใช้หนังสือหรือสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานพบว่า หนังสือเล่มนี้มีข้อบกพร่อง เนื้อหาไม่ถูกต้อง เกิดผลเสียหายต่อการเรียนรู้ ส่งผลกระทบต่อด้านคุณธรรม จริยธรรม และความมั่นคงของชาติ เมื่อบริษัทฯ ได้ทราบแล้ว บริษัทฯ ยินดีงดการจำหน่ายทันที และเรียกเก็บหนังสือที่จำหน่ายทั้งหมดเพื่อแก้ไขให้ถูกต้อง ตลอดจนชดเชยค่าเสียหาย ที่เกิดขึ้นจริงให้กับผู้ที่ได้รับความเสียหายนั้น ทั้งนี้ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภค พ.ศ. 2522 พระราชบัญญัติ คุ้มครองผู้บริโภค (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2541 และพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภค (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2556 รวมทั้งยินยอม ให้สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานถอดถอนรายชื่อหนังสือนี้ออกจากบัญชีกำหนดสื่อการเรียนรู้สำหรับ เลือกใช้ในสถานศึกษาไปก่อนจนกว่าจะได้รับแจ้งว่ามีการแก้ไขแล้ว พร้อมทั้งการแจ้งประชาสัมพันธ์ให้สถานศึกษาทราบ

(ลงชื่อ).....ผู้รับรอง
(นายคมพิชญ์ พนาสุคน)

กรรมการผู้จัดการ
บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี ชีววิทยา
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 2



2542602100

MAC | MAC EDUCATION
www.MACeducation.com



9 786163 451828

ราคา 90 บาท