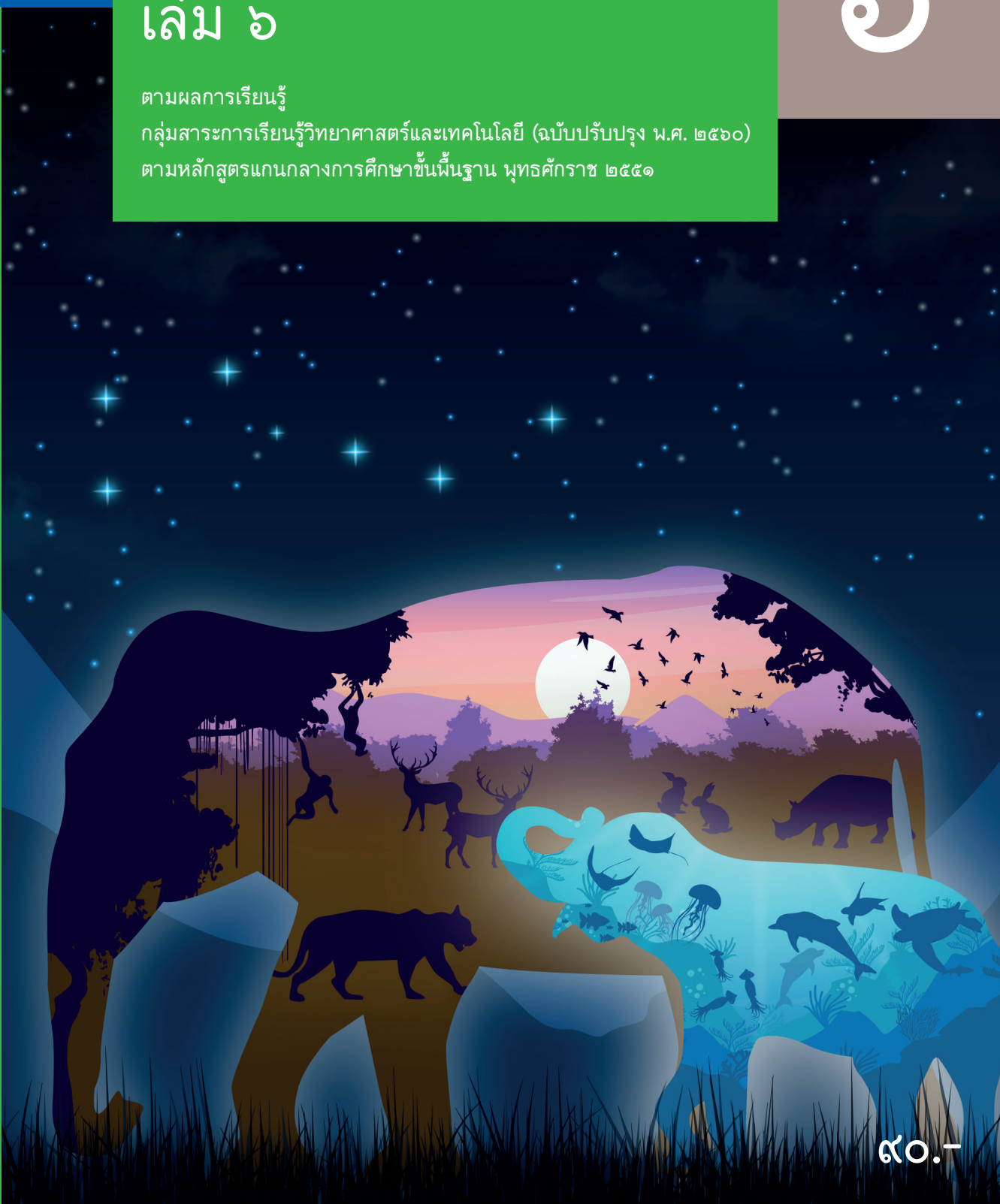
หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่

ชีววิทยา
เล่ม ๖

๖

ตามผลการเรียนรู้
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑



๙๐.-

หนังสือเรียน

รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชีววิทยา

ชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๖

ตามผลการเรียนรู้
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

จัดทำโดย
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

จัดทำเป็นฉบับ e-book ครั้งที่ ๒ พ.ศ. ๒๕๖๖

มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำหนังสือเรียนฉบับ e-book นี้ขึ้น โดยมีเนื้อหาเช่นเดียวกับหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๖ ฉบับสื่อสิ่งพิมพ์ ที่จัดทำตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ทุกประการ เพื่อให้นักเรียน ครู ผู้ปกครอง นักวิชาการ และ ผู้สนใจทั่วไปเข้าถึงได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว รวมทั้งสามารถเลือกใช้ตามความเหมาะสมกับจุดประสงค์ต่าง ๆ ทั้งนี้ สสวท. ขอสงวนสิทธิ์ในหนังสือเรียนฉบับ e-book นี้ตามกฎหมายลิขสิทธิ์ ห้ามผู้ใดทำซ้ำ คัดลอก ดัดแปลง เลียนแบบ จำหน่าย หรือ เผยแพร่โดยมิได้รับอนุญาต

สามารถเข้าถึงสื่อดิจิทัลต่าง ๆ ของ สสวท. ได้ที่ http://www.ipst.ac.th/ebook-resource/

คำชี้แจง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ โดยมีจุดเน้นเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถที่ทัดเทียมกับนานาชาติ ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑ ซึ่งในปีการศึกษา ๒๕๖๑ เป็นต้นไป โรงเรียนจะต้องใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) สสวท. จึงได้จัดทำหนังสือเรียนที่เป็นไปตามมาตรฐานหลักสูตรเพื่อให้โรงเรียนได้ใช้สำหรับจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๖ นี้ มีผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมที่ครอบคลุมเนื้อหาบางส่วนที่ปรากฏตามตัวชี้วัดของรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ชีวภาพ โดยเมื่อผู้เรียนเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา เล่ม ๑ – เล่ม ๖ ครบทุกชั้นปีในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ – ๖ แล้วจะสามารถบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามตัวชี้วัดของรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ชีวภาพได้ และในขณะเดียวกันก็สามารถต่อยอดเนื้อหาจากรายวิชาพื้นฐานไปสู่เนื้อหาในรายวิชาเพิ่มเติมได้โดยไม่ต้องเสียเวลาเรียนซ้ำซ้อน ทั้งนี้หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา เล่ม ๖ นี้ มีเนื้อหาที่จำเป็นต้องเรียนประกอบด้วยเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ระบบนิเวศและประชากร และมนุษย์กับความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ หรือประกอบอาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ วิศวกร สถาปนิก วิทยาศาสตร์การกีฬา เทคโนโลยีชีวภาพ ฯลฯ โดยเน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา เชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญ รวมทั้งกิจกรรมที่ผู้เรียนสามารถคิดค้นและออกแบบการทดลองด้วยตนเอง มีแบบตรวจสอบความรู้ความเข้าใจก่อนเรียน มีแบบฝึกหัดเพื่อให้ตรวจทานความรู้หลังจากที่เรียนไปแล้ว รวมทั้งสรุปความรู้ในแต่ละบทด้วย ในการจัดทำหนังสือเรียนเล่มนี้ ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดียิ่งจากผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิชาการอิสระ คณาจารย์ทั้งหลาย รวมทั้งครูผู้สอน นักวิชาการ จากสถาบันและสถานศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชน จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา เล่ม ๖ นี้ จะเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนและผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ที่จะช่วยให้การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล หากมีข้อเสนอแนะใดที่จะทำให้หนังสือเรียนเล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โปรดแจ้ง สสวท. ทราบด้วย จะขอบคุณยิ่ง

(ศาสตราจารย์ชูกิจ ลิมปิจำนงค์)
ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ

ข้อแนะนำทั่วไปในการใช้หนังสือเรียน

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

1 คำถามสำคัญ

คำถามประจำบทที่ผู้เรียนต้องอาศัยความรู้ทั้งหมดในบทเรียนในการตอบคำถาม ซึ่งผู้เรียนควรตอบได้หลังจากได้เรียนรู้ในบทนั้นแล้ว

2 จุดประสงค์การเรียนรู้

เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดความรู้หรือทักษะหลังจากผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ ซึ่งผู้เรียนควรศึกษาทำความเข้าใจก่อนเริ่มเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ

3 ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

ชุดคำถามที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน ซึ่งผู้เรียนควรตอบคำถามให้ถูกต้องทั้งหมด หากไม่ถูกต้องควรทบทวนเนื้อหานั้นก่อนเริ่มการเรียนรู้เรื่องใหม่ในแต่ละบท

4 ชวนคิด

คำถามระหว่างเรียนที่เชื่อมโยงหรือต่อยอดความรู้เดิมที่ศึกษาแล้วกับความรู้ใหม่หรือความรู้ในศาสตร์อื่น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์หรือความต่อเนื่องของเนื้อหา

5 ตรวจสอบความเข้าใจ

คำถามระหว่างเรียนที่ช่วยประเมินการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ตรวจสอบว่า ตนเองมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาแล้วหรือยัง

6 ลองทำดู

การปฏิบัติที่ช่วยเสริมความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติด้วยตนเองนอกเวลาเรียนได้

7

กิจกรรม

การปฏิบัติที่ช่วยในการเรียนรู้เนื้อหาหรือฝึกฝนให้เกิดทักษะตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน โดยอาจเป็นการทดลอง การสืบค้นข้อมูล หรือกิจกรรมอื่น ๆ ซึ่งผู้เรียนควรลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง

8

ตัวอย่าง

การแสดงแนวทางการตอบคำถามหรือการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษาเพื่อให้มีความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนมากขึ้น

9

กิจกรรมเสนอแนะ

การปฏิบัติที่ช่วยเสริมความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน ซึ่งอาจเป็นกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติในห้องเรียนหรือนอกเวลาเรียนได้

10

ความรู้เพิ่มเติม

ความรู้ที่เพิ่มเติมจากเนื้อหาในบทเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น โดยไม่มีการวัดและประเมินผล

11

รู้หรือไม่

ความรู้ที่เชื่อมโยงให้เห็นความสอดคล้องของเนื้อหาบทเรียนกับปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

12

การเชื่อมโยงความรู้

เนื้อหาที่แสดงความเชื่อมโยงของความรู้ในบทเรียนกับความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ความรู้ในชีวิตประจำวัน หรือความรู้ที่ใช้ในอาชีพต่าง ๆ

13

กรณีศึกษา

ตัวอย่างข้อมูลจากการศึกษาหรืองานวิจัยที่สอดคล้องกับความรู้ในบทเรียน เพื่อให้นักเรียนศึกษาวิเคราะห์จากกรณีจริง

14

สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน

การสรุปเนื้อหาสำคัญภายในบทเรียน เพื่อช่วยให้เห็นภาพรวมของเนื้อหาทั้งหมด

15

แบบฝึกหัดท้ายบท

คำถามท้ายบทเรียนสำหรับให้ผู้เรียนตรวจสอบความเข้าใจหลังจากเรียนจบบทเรียนแล้ว ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้เป็นข้อมูลในการทบทวนเนื้อหาที่ยังไม่เข้าใจได้

16

สื่อ AR (Augmented Reality)

สื่อเสริมการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยี AR ผู้เรียนสามารถดาวน์โหลดเพื่อใช้งานผ่านแอปพลิเคชัน "AR วิทย์ ม.ปลาย"

สารบัญ บทที่ 23 - 25

บทที่	เนื้อหา	หน้า
23 ความหลากหลายทางชีวภาพ	23 ความหลากหลายทางชีวภาพ	1
	23.1 ความหลากหลายทางชีวภาพ	4
	23.2 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	12
	23.3 การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	69
	สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน	85
	แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 23	88
24 ระบบนิเวศและประชากร	24 ระบบนิเวศและประชากร	95
	24.1 ระบบนิเวศ	99
	24.2 ไบโอม	119
	24.3 การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	134
	24.4 ประชากร	138
	สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน	160
	แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 24	161

สารบัญ

บทที่ 23 - 25

บทที่	เนื้อหา	หน้า
25 มนุษย์กับความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	25 มนุษย์กับความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	167
	25.1 ประเภทของทรัพยากรธรรมชาติ	170
	25.2 การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ ปัญหาและการจัดการ	172
	25.3 การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน	215
	สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน	226
	แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 25	228
ภาคผนวก	ภาคผนวก	235
	คำศัพท์	236
	บรรณานุกรม	247
	ที่มาของรูป	255
	คณะกรรมการจัดทำหนังสือเรียน	261

บทที่ 23 | ความหลากหลายทางชีวภาพ

ipst.me/10779

การเก็บรวบรวมตัวอย่างของสิ่งมีชีวิตแล้วนำไปจัดแสดงในพิพิธภัณฑ์ มีทั้งซากดึกดำบรรพ์และสิ่งมีชีวิตที่ยังคงพบอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตกลุ่มต่าง ๆ บนโลก การศึกษาเพื่อทำความเข้าใจสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ดำเนินมาเป็นระยะเวลายาวนานหลายศตวรรษโดยมีการค้นคว้าวิจัยในแง่มุมต่าง ๆ ทั้งลักษณะทางกายวิภาค การทำงานของระบบต่าง ๆ ในสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมของสิ่งมีชีวิต ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ไปจนถึงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต **สิ่งมีชีวิตสปีชีส์ต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร และการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพมีความสำคัญอย่างไร**

นอกจากนี้พิพิธภัณฑ์ส่วนใหญ่ยังแบ่งพื้นที่เพื่อจัดแสดงสิ่งมีชีวิตตามหมวดหมู่โดยมีการจำแนกอย่างเป็นระบบ เพื่ออธิบายข้อมูลของสิ่งมีชีวิตแต่ละกลุ่ม **การจำแนกสิ่งมีชีวิตมีกระบวนการ และมีความสำคัญอย่างไร**

คำถามสำคัญ

1. **ความหลากหลายทางชีวภาพมีความสำคัญอย่างไร**
2. **แบคทีเรีย โพรทิสต์ พืช ฟังไจ และสัตว์ มีลักษณะสำคัญและมีประโยชน์อย่างไร**
3. **การจำแนก การตั้งชื่อ และการระบุซึ่งเป็นกระบวนการทางอนุกรมวิธานมีความสำคัญอย่างไร**

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายและองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ
2. อภิปรายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ
3. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว
4. อธิบายลักษณะสำคัญของแบคทีเรียและอาร์เคีย พร้อมยกตัวอย่าง
5. อธิบายลักษณะสำคัญของโพรทิสต์ และการแบ่งกลุ่มของโพรทิสต์ พร้อมยกตัวอย่าง
6. อธิบายลักษณะสำคัญของพืช และการแบ่งกลุ่มของพืช และอธิบายลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิตในแต่ละกลุ่ม พร้อมยกตัวอย่าง
7. อธิบายลักษณะสำคัญของฟังไจ และการแบ่งกลุ่มของฟังไจ และอธิบายลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิตในแต่ละกลุ่ม พร้อมยกตัวอย่าง
8. อธิบายลักษณะสำคัญของสัตว์ และการแบ่งกลุ่มของสัตว์ และอธิบายลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิตในแต่ละกลุ่ม พร้อมยกตัวอย่าง
9. อธิบายหลักการในการจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นกลุ่มหรือหมวดหมู่ตามระบบของลินเนียส
10. ยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิตจากลำดับขั้นใหญ่จนถึงลำดับขั้นเล็กตามระบบของลินเนียส
11. สืบค้นข้อมูล และอธิบายความสำคัญของชื่อวิทยาศาสตร์ และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับขั้นสปีชีส์
12. อธิบายความสำคัญของการระบุชื่อวิทยาศาสตร์ และวิธีการระบุ
13. สร้างไดโคโทมัสคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่างที่กำหนด
14. อภิปรายความสัมพันธ์ของการจำแนก การตั้งชื่อ และการระบุ

ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

ให้นักเรียนใส่เครื่องหมายถูก (√) หรือผิด (×) หน้าข้อความตามความเข้าใจของนักเรียน

1. สิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์จะมีจำนวนนิวคลีโอไทด์และการจัดเรียงลำดับของนิวคลีโอไทด์ในโมเลกุล DNA แตกต่างกัน ทำให้ลักษณะที่ปรากฏมีความแตกต่างกัน
2. ความแปรผันทางพันธุกรรมในสัตว์ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการสร้างเซลล์สืบพันธุ์จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสและไมโทซิส
3. ลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปสู่อีกรุ่นหนึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้จากการเกิดมิวเทชันของสารพันธุกรรมในเซลล์สืบพันธุ์
4. เจเนติกดริฟต์แบบสุ่ม การถ่ายเทยีน การผสมพันธุ์แบบสุ่ม มิวเทชัน และการคัดเลือกโดยธรรมชาติ สามารถทำให้ยีนพูลในประชากรเปลี่ยนแปลง และอาจนำไปสู่การเกิดสิ่งมีชีวิตสปีชีส์ใหม่
5. ประชากร คือ กลุ่มสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกันในช่วงเวลาเดียวกัน
6. ระบบนิเวศประกอบด้วยองค์ประกอบทางกายภาพ และองค์ประกอบทางชีวภาพ โดยแต่ละระบบนิเวศที่แตกต่างกันจะมีองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพที่เป็นลักษณะเฉพาะ
7. สิ่งแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มีผลต่อจำนวน ชนิด รูปร่าง ลักษณะ และพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิต
8. โพรแคริโอตประกอบด้วยเซลล์ที่ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส แต่มีบางออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม
9. ยูแคริโอตประกอบด้วยเซลล์ที่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส และมีออร์แกเนลล์หลายชนิดที่มีเยื่อหุ้ม
10. การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชัน และการคัดเลือกโดยธรรมชาติ ทำให้เกิดวิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

มนุษย์ใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ เช่น ใช้เป็นอาหาร ยารักษาโรค เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย เชื้อเพลิง และสิ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตอีกหลายอย่างล้วนได้มาจากความหลากหลายทางชีวภาพทั้งสิ้น การใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยของแต่ละภูมิภาคนั้นจะแตกต่างกันไปตามความหลากหลายทางชีวภาพในแต่ละพื้นที่ โดยจะมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิต ซึ่งนำไปสู่วัฒนธรรมและประเพณีที่ส่งต่อกันมา **ความหลากหลายทางชีวภาพคืออะไร มีความสำคัญต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นอย่างไร**

23.1 ความหลากหลายทางชีวภาพ

ความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) หมายถึง ความหลากหลายหรือความแปรผันที่พบเกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตในทุกแห่ง รวมถึงความซับซ้อนทางนิเวศซึ่งมีสิ่งมีชีวิตเป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบ ความหลากหลายทางชีวภาพนี้ หมายรวมถึง ความหลากหลายที่เกิดขึ้นภายในสปีชีส์ ระหว่างสปีชีส์ และของระบบนิเวศ

ความรู้เพิ่มเติม

ความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพตามนิยามของสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพ พ.ศ. 2543 คือ ความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตจากทุกแหล่ง ซึ่งหมายความรวมถึงระบบนิเวศทางบก ระบบนิเวศทางทะเล และระบบนิเวศทางน้ำอื่น ตลอดจนความซับซ้อนทางนิเวศของระบบนั้น ทั้งนี้ไม่ว่าจะเป็นความหลากหลายของพันธุกรรม ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ

ความหลากหลายทางชีวภาพแบ่งได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่ ความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ ดังรูป 23.1 เช่น ตัวอย่างของหอยทับทิม ซึ่งเป็นหอยฝาเดียวแต่มีลวดลายและสีที่หลากหลายถึงแม้ว่าจะเป็นหอยสปีชีส์เดียวกัน เนื่องจากหอยแต่ละตัวมีแอลลีลที่ควบคุมการแสดงออกของลวดลายและสีที่แตกต่างกัน ความแตกต่างของลวดลายและสีของหอยทับทิมเรียกว่า **ความหลากหลายทางพันธุกรรม** (genetic diversity) แหล่งที่อยู่อาศัยของหอยทับทิมคือบริเวณพื้นที่หาดทรายของชายฝั่งทะเลและปากแม่น้ำที่มีลักษณะเป็นทราย ในบริเวณนี้นอกจากหอยทับทิมแล้วยังสามารถพบสัตว์ทะเลอื่นได้ เช่น หอยชนิดอื่น กุ้ง ปู ดาวทะเล เกิดเป็นสังคมสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่พบเรียกว่า **ความหลากหลายของสปีชีส์** (species diversity)

บริเวณที่เป็นชายหาดนี้จัดเป็นระบบนิเวศหาดทรายซึ่งบริเวณใกล้เคียงอาจพบระบบนิเวศป่าชายเลน ระบบนิเวศน้ำเค็ม ระบบนิเวศหาดหิน ในแต่ละบริเวณจะพบสปีชีส์และจำนวนของสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกัน ซึ่งสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีบทบาทที่แตกต่างกันอาจเป็นผู้ผลิต ผู้บริโภค หรือผู้สลายสารอินทรีย์ นอกจากนี้องค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพของแต่ละพื้นที่ยังมีความแตกต่างกัน ส่งผลให้ระบบนิเวศของแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันเกิดเป็นความหลากหลายที่เรียกว่า **ความหลากหลายของระบบนิเวศ** (ecosystem diversity) หรือความหลากหลายเชิงนิเวศวิทยา (ecological diversity)

รูป 23.1 ความหลากหลายทางชีวภาพ 3 ระดับ

ความหลากหลายทางพันธุกรรม เป็นความแตกต่างทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกัน ซึ่งเป็นผลจากความแปรผันทางพันธุกรรมโดยอาจเกิดจากมิวเทชันและการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ความหลากหลายทางพันธุกรรมส่งผลให้สิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันมีลักษณะที่หลากหลาย ทำให้มีโอกาสที่จะอยู่ได้ในแหล่งที่อยู่ที่หลากหลายและสปีชีส์นั้นสามารถอยู่รอดได้เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป

ความหลากหลายทางพันธุกรรมนอกจากจะมีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตสปีชีส์นั้นแล้วยังมีประโยชน์ต่อมนุษย์ เช่น ด้านการเกษตร ทำให้เกษตรกรสามารถเลือกขยายพันธุ์พืชและสัตว์ที่ตรงกับความต้องการของตลาดในแต่ละภูมิภาคของประเทศได้

ความหลากหลายของสปีชีส์ โดยทั่วไปหมายถึงจำนวนสปีชีส์ของสิ่งมีชีวิตที่พบในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ณ ช่วงเวลาหนึ่ง หรือเรียกว่า **ความมากสปีชีส์** (species richness) ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินความหลากหลายของสปีชีส์ อย่างไรก็ตามยังมีตัวแปรหรือหลักเกณฑ์อื่นที่ใช้พิจารณาหรือตัดสินถึงความหลากหลายของสปีชีส์ได้อีกด้วย

ในการศึกษาหรือวิจัยเกี่ยวกับความหลากหลายของสปีชีส์ นอกจากศึกษาเพื่อจำแนกสิ่งมีชีวิตในลำดับขั้นสปีชีส์แล้ว นักอนุกรมวิธานยังสามารถพิจารณาข้อมูลในลำดับขั้นที่ใหญ่กว่าลำดับขั้นสปีชีส์ได้อีกด้วย เช่น จีนัส แฟมิลี เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ความหลากหลายของระบบนิเวศ เป็นระบบนิเวศแบบต่าง ๆ ที่อยู่ในพื้นที่หนึ่ง เช่น ในประเทศไทยมีระบบนิเวศป่าไม้ที่หลากหลาย และยังมีระบบนิเวศแบบอื่น ๆ อีกหลายแบบ เช่น ระบบนิเวศทุ่งหญ้า ระบบนิเวศแหล่งน้ำ ระบบนิเวศนาข้าว โดยแต่ละระบบนิเวศมีความซับซ้อนเนื่องจากมีสิ่งมีชีวิตหลากหลายสปีชีส์ที่มีบทบาทต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันและเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทางกายภาพในพื้นที่นั้นด้วย

ระบบนิเวศมีองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพที่แตกต่างและหลากหลาย ซึ่งจะมีความเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กัน เช่น ระบบนิเวศป่าชายเลนประกอบด้วยพืชชนิดต่าง ๆ เช่น โกงกาง แสม ลำพู ซึ่งเจริญเติบโตได้บนดินเลนและมีน้ำเค็มท่วมถึง เป็นแหล่งที่อยู่ของสัตว์ เช่น ลิงแสม ปลาตีน นอกจากนี้พืชบริเวณป่าชายเลนยังช่วยป้องกันการพังทลายของชายฝั่ง ส่วนระบบนิเวศแหล่งน้ำเค็มที่เป็นทะเลเปิดเป็นแหล่งที่อยู่ของสาหร่าย ปะการัง และสัตว์น้ำต่าง ๆ ระบบนิเวศป่าชายเลนซึ่งเชื่อมต่อกับทะเล รากของพืชที่งอกขึ้นมาเหนือดินบริเวณป่าชายเลนช่วยกรองสิ่งปฏิกูลและสารพิษไม่ให้ไหลลงสู่ทะเล เป็นแหล่งอนุบาลตัวอ่อนของสัตว์น้ำหลายชนิด เช่น ปลาทะเลบางชนิดจะวางไข่และอาศัยอยู่ที่ป่าชายเลนในระยะแรกของการเจริญเติบโต เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจึงออกไปดำรงชีวิตต่อในทะเลเปิด นอกจากนี้ยังมีระบบนิเวศอื่น ๆ ซึ่งจะได้ศึกษาต่อไป

ตรวจสอบความเข้าใจ

- ? ความหลากหลายทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตเป็นผลจากอะไร
- ? ความหลากหลายทางพันธุกรรมมีประโยชน์อย่างไร
- ? ความหลากหลายของสปีชีส์ในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งพิจารณาจากอะไร
- ? จงยกตัวอย่างความสัมพันธ์ของระบบนิเวศป่าชายเลน และทะเลซึ่งเป็นระบบนิเวศที่อยู่ติดกับป่าชายเลน

กิจกรรม 23.1 สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ

จุดประสงค์

1. ระบุและอธิบายความหลากหลายทางชีวภาพทั้ง ความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ
2. อภิปรายความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ

วิธีการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 สำรวจและเก็บข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพ

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกพื้นที่สำรวจภายในโรงเรียนจากพื้นที่ที่ครูกำหนด
2. สังเกตและบันทึกลักษณะพื้นที่ที่เลือก (เช่น อยู่กลางแจ้ง อยู่ในที่ร่ม พื้นที่โล่งเปิดกว้าง แสงมากหรือแสงน้อย)
3. สำรวจและจดบันทึกสปีชีส์ของสิ่งมีชีวิตที่พบโดยบันทึกด้วยชื่อ กรณีไม่รู้ชื่อให้บันทึกเป็นรหัสชื่อสิ่งมีชีวิตพร้อมถ่ายรูปหรือวาดรูปประกอบ
4. ระบุตำแหน่งหรือบริเวณที่พบสิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์
5. เลือกสิ่งมีชีวิตที่นักเรียนรู้จัก เช่น มนุษย์ แมว สุนัข ปลาหางนกยูง เฟื่องฟ้า ชบา และบันทึกลักษณะที่แตกต่างกันซึ่งพบในสิ่งมีชีวิตที่เลือก

ตอนที่ 2 ความหลากหลายทางชีวภาพ

1. แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสำรวจ และอธิบายความหลากหลายทางชีวภาพทั้ง 3 ระดับที่พบ
2. อภิปรายร่วมกันในประเด็นต่อไปนี้
   - ความสัมพันธ์ของความหลากหลายของสปีชีส์และแหล่งที่อยู่ต่าง ๆ
   - ความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ

คำถามท้ายกิจกรรม

? สิ่งมีชีวิตสปีชีส์ใดที่นักเรียนเลือกสำรวจเกี่ยวกับความหลากหลายทางพันธุกรรม และลักษณะใดของสิ่งมีชีวิตสปีชีส์นั้นที่แตกต่างกัน

? ความหลากหลายทางพันธุกรรมมีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

? ถ้าจำนวนประชากรของสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งในระบบนิเวศลดลงอย่างมีนัยสำคัญจะส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพอย่างไร

จากการศึกษากิจกรรม 23.1 พื้นที่สำรวจที่แต่ละกลุ่มเลือกเปรียบได้กับระบบนิเวศหนึ่งซึ่งอาจพบความหลากหลายทางชีวภาพที่มากน้อยแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพของระบบนิเวศนั้นซึ่งมีความสัมพันธ์กันทำให้เกิดความหลากหลายของระบบนิเวศ และในแต่ละระบบนิเวศจะพบสปีชีส์ของสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกันเกิดเป็นความหลากหลายของสปีชีส์ เมื่อพิจารณาประชากรของสิ่งมีชีวิตสปีชีส์หนึ่ง ๆ จะพบว่ามีฟีโนไทป์ที่แตกต่างกันซึ่งเป็นผลจากความแปรผันทางพันธุกรรม เกิดเป็นความหลากหลายทางพันธุกรรม และจะมีผลต่อความอยู่รอดของประชากรเมื่อต้องเผชิญกับสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลง ความหลากหลายทางชีวภาพทั้ง 3 ระดับมีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน ดังนั้นการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพไม่ว่าจะเกิดในระดับใดก็ตามจะส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพในระดับอื่นด้วย

สิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์จะมีความเชื่อมโยงกับองค์ประกอบทางกายภาพของแหล่งที่อยู่ภายในระบบนิเวศนั้น ทำให้สิ่งมีชีวิตบางสปีชีส์มีความจำเพาะต่อแหล่งที่อยู่ซึ่งอาจพบได้ในบริเวณเดียว ในขณะที่สิ่งมีชีวิตบางสปีชีส์สามารถปรับตัวให้เข้ากับองค์ประกอบทางกายภาพที่แตกต่างกันในแต่ละแหล่งที่อยู่จึงทำให้พบสปีชีส์ดังกล่าวในหลายบริเวณได้ เช่น พลับพลึงธาร ดังรูป 23.2 เป็นพืชที่พบเฉพาะภาคใต้ตอนบนของประเทศไทยในแหล่งน้ำจืดที่ไหล สะอาด มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูง พื้นท้องน้ำไม่ลาดชันมาก เจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนปนทราย ดินทราย และดินร่วนเหนียวปนทราย ส่วนบัวสาย ดังรูป 23.2 พบได้ตามแหล่งน้ำจืดทั่วไปในทุกภาคของประเทศ ซึ่งเป็นพืชที่ขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว **ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพของแหล่งที่อยู่ พลับพลึงธารจะยังอาศัยอยู่ในบริเวณนั้นได้หรือไม่ อย่างไร**

พลับพลึงธาร

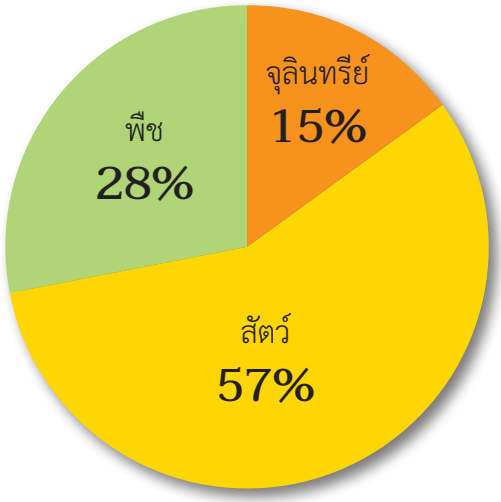
บัวสาย

รูป 23.2 พลับพลึงธารและบัวสาย

ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย

ประเทศไทยตั้งอยู่ในภูมิอากาศเขตร้อนมีเทือกเขาสูงตามภูมิภาคต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดความแตกต่างของดินฟ้าอากาศเฉพาะแหล่ง มีความแตกต่างของภูมิประเทศ ปัจจัยเหล่านี้ทำให้เกิดความหลากหลายของระบบนิเวศที่กระจายอยู่ทั่วประเทศ เช่น ป่าไม้ที่เป็นแหล่งที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ซึ่งป่าไม้แต่ละประเภทจะพบสิ่งมีชีวิตที่มีความจำเพาะต่อป่าประเภทนั้นด้วย ดังตัวอย่างพืชที่พบในป่าประเภทต่าง ๆ เช่น ป่าดิบชื้นที่มีโครงสร้างเป็นป่ารกทึบและมีความชื้นสูงจะพบพืชวงศ์ยางที่ไม่ผลัดใบเป็นส่วนใหญ่ และพบพืชอิงอาศัยที่ขึ้นบริเวณลำต้นและกิ่งไม้ เช่น กล้วยไม้ เฟิร์น ส่วนป่าดิบแล้งแม้ว่าจะพบพืชวงศ์ยางอยู่ภายในป่าแต่สามารถพบพืชที่ผลัดใบได้ด้วย ในขณะที่บริเวณชายหาดจะพบพืชที่สามารถปรับตัวให้เจริญเติบโตอยู่ในสภาพที่ร้อน ลมแรง และดินเค็มได้ เช่น ผักบุ้งทะเล ปอทะเล

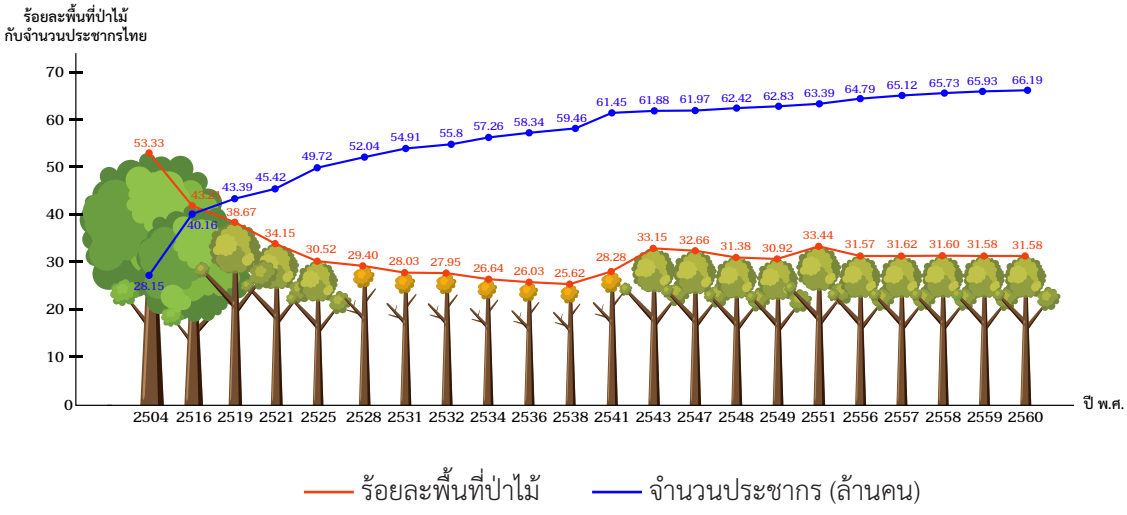
นอกจากตัวอย่างพืชที่พบในป่าแล้ว ยังสามารถพบสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่นได้ด้วย จากข้อมูลในปี พ.ศ. 2557 พบว่าประเทศไทยมีจุลินทรีย์ พืช สัตว์ ประมาณ 56,878 สปีชีส์ โดยพบจุลินทรีย์ประมาณ 8,354 สปีชีส์ พืชประมาณ 16,255 สปีชีส์ และสัตว์ประมาณ 32,269 สปีชีส์ ดังรูป 23.3 นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่ายังมีสิ่งมีชีวิตอีกจำนวนมากที่ยังไม่ได้ศึกษาข้อมูลตามหลักวิทยาศาสตร์ การที่แหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติโดยเฉพาะป่าไม้ถูกทำลายทำให้มนุษย์สูญเสียโอกาสที่จะศึกษาข้อมูลและประโยชน์ของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ภายในแหล่งที่อยู่เหล่านั้น



รูป 23.3 ร้อยละของสปีชีส์ของจุลินทรีย์ พืช และสัตว์ในประเทศไทยของปี พ.ศ. 2557

? ถ้าปัจจุบันมีการสำรวจสปีชีส์ในประเทศไทยพบว่ามีจำนวนเพิ่มขึ้นหรือลดลงแตกต่างจากปี พ.ศ. 2557 จำนวนที่เปลี่ยนแปลงนี้น่าจะเกิดจากสาเหตุใด

จากข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย พบว่าพื้นที่ป่าไม้ลดลงตั้งแต่ปีพ.ศ. 2504 จนถึง พ.ศ. 2541 โดยเมื่อปี พ.ศ. 2504 ประชากรไทยมีจำนวน 28 ล้านคน ประเทศไทยมีป่าไม้ปกคลุมพื้นที่ 171 ล้านไร่ หรือประมาณร้อยละ 53 ของพื้นที่ประเทศ เมื่อจำนวนของประชากรเพิ่มขึ้นทำให้พื้นที่ป่าไม้ถูกทำลายเพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศหลายด้าน เช่น การสร้างที่อยู่อาศัย การทำการเกษตร การใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น กระดาษ เฟอร์นิเจอร์ และพลังงาน จนกระทั่งปี พ.ศ. 2541 ประชากรไทยมีจำนวน 61 ล้านคน ในขณะที่พื้นที่ป่าไม้ลดลงเหลือเพียง 81 ล้านไร่ หรือประมาณร้อยละ 25 ของพื้นที่ประเทศ รัฐบาลให้ความสำคัญในการเพิ่มพื้นที่ป่าไม้และควบคุมการตัดไม้ทำลายป่าจึงทำให้อัตราการลดลงของป่าไม้มีแนวโน้มดีขึ้น ทำให้ในปี พ.ศ. 2560 ประชากรไทยมีจำนวน 66 ล้านคน พื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นเป็น 102 ล้านไร่ หรือประมาณร้อยละ 31 ของพื้นที่ประเทศ ดังรูป 23.4 การลดลงของป่าไม้จะส่งผลให้ความหลากหลายทางชีวภาพทุกระดับลดลง



ที่มา : ดัดแปลงจากอรยุพา สังขะมาน, ธนากร ไชยยศ, ชฎาภรณ์ ศรีใส และวรางคณา จันดา. **สถานการณ์ป่าไม้ไทย พุทธศักราช 2560-2561 มูลนิธิสืบนาคะเสถียร**. สืบค้นเมื่อ 03 มิถุนายน 2562, จาก https://www.seub.or.th/document/สถานการณ์ป่าไม้ไทย/รายงานสถานการณ์ป่าไม้ไทย -6/

รูป 23.4 แผนภาพแสดงร้อยละของพื้นที่ป่าไม้กับจำนวนประชากรไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2504-2560