



วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ **4**

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง

รศ. ดร. ณัฐชยา คำรังษี
นายเอกรัฐ วงศ์สวัสดิ์

ผู้ตรวจ

ดร. นำชัย ชีววิวรรณ
ผศ. ดร. เขียว ธีระวรงค์
ดร. ชลันนท์ เพ็งสุข

บรรณาธิการ

นางสาวหฤทัย อันไธสง
นางสาววราภรณ์ นีระพันธ์



คำแนะนำในการใช้สื่อ

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จัดทำขึ้นสำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยดำเนินการจัดทำให้สอดคล้องตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ทุกประการ เพื่อส่งเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ทั้งทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสาร และการร่วมมือ เพื่อให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้

Prior Knowledge

คำถามทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน เพื่อเชื่อมโยงสู่ความรู้ใหม่

คำถามกระตุ้น

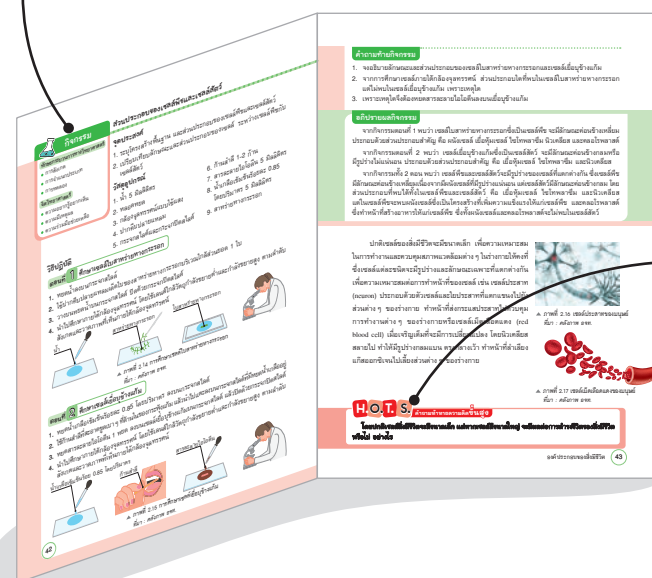
คำถามกระตุ้นการเรียนรู้ก่อนเข้าสู่เนื้อหา เพื่อให้เกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

Check for Understanding

คำถามตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนก่อนเข้าสู่การเรียนการสอน

กิจกรรม

กิจกรรมให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติเพื่อเสริมสร้างทักษะทางวิทยาศาสตร์



ตัวชี้วัด

ระบุตัวชี้วัดระหว่างทางและตัวชี้วัดปลายทางที่สอดคล้องกับเนื้อหา

H.O.T.S.

คำถามท้าทายการคิดขั้นสูง

คำถามเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ



Test for U

แนวข้อสอบเพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา

Biology in Real Life

เชื่อมโยงความรู้ทางชีววิทยาสู่ชีวิตประจำวัน

Science Focus

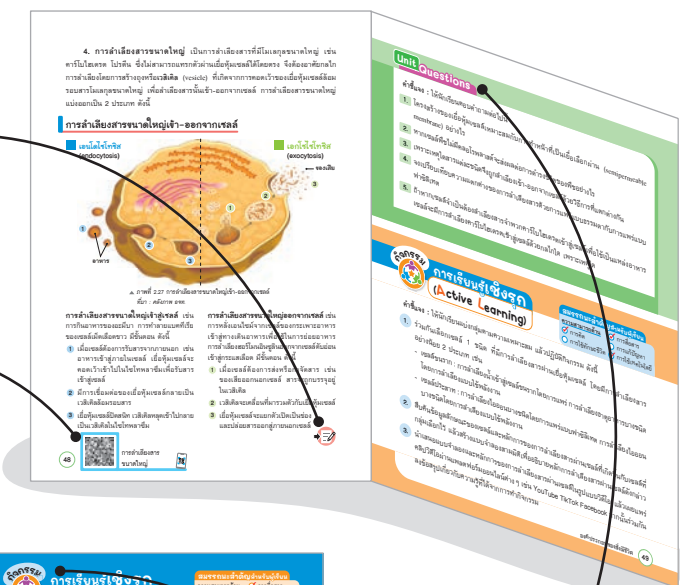
ความรู้เสริมจากเนื้อหาเพื่อขยายความรู้ของผู้เรียน

เชื่อมโยงสู่แบบฝึกหัด

เชื่อมโยงสู่แบบฝึกหัดเพื่อให้ผู้เรียนฝึกฝนจนเกิดความเชี่ยวชาญ

QR Code

นำเสนอเนื้อหาในรูปแบบที่รองรับการเรียนรู้ผ่านสื่อดิจิทัล



Unit Questions

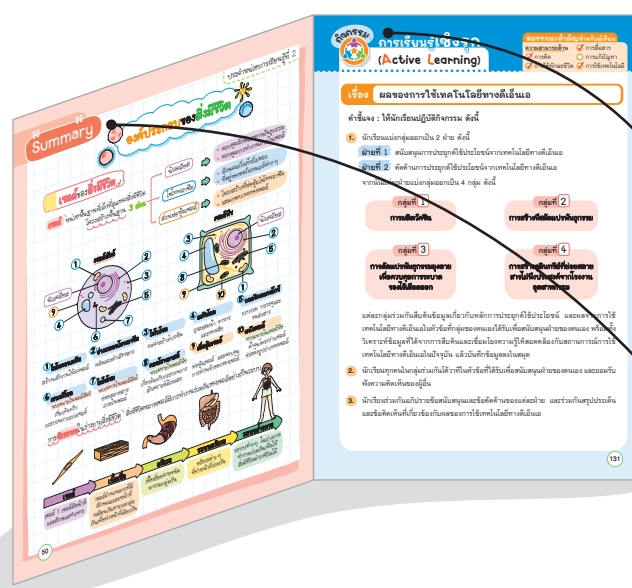
แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนรู้เพื่อใช้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

กิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและบรรลุสมรรถนะสำคัญ

Summary

สรุปเนื้อหาเพื่อให้ผู้เรียนได้ทบทวนสาระสำคัญประจำหน่วยการเรียนรู้





หน่วยการเรียนรู้ที่ 1



สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

ความหลากหลายของระบบนิเวศ

การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ

องค์ประกอบของระบบนิเวศ

- องค์ประกอบทางกายภาพ
- องค์ประกอบทางชีวภาพ

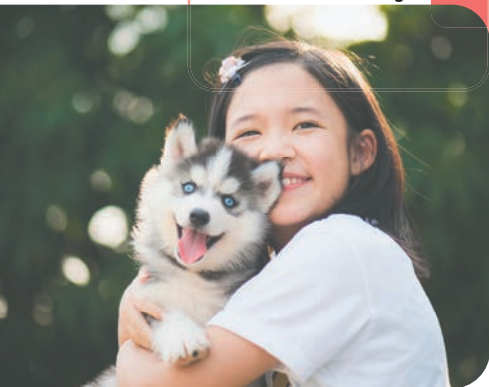
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

- การใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- การป้องกันและแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

Summary

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2



องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต

เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

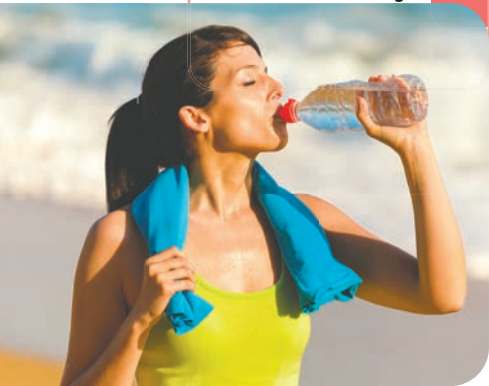
- ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์
- ไซโทพลาซึม
- นิวเคลียส

การลำเลียงสารผ่านเซลล์

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

Summary

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3



การดำรงชีวิตของมนุษย์

การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์

- การรักษาคุณภาพของน้ำและสารในร่างกาย
- การรักษาคุณภาพของกรด-เบสของเลือด
- การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกาย

ภูมิคุ้มกัน

- ระบบภูมิคุ้มกัน
- ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

Summary

2

3

10

12

12

15

20

21

22

28

30

31

34

35

38

39

41

45

49

50

52

53

53

58

61

65

65

71

77

78

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4



การดำรงชีวิตของพืช

การสร้างอาหารของพืช

- กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- สารสังเคราะห์จากพืช

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

- ปัจจัยภายนอก
- ปัจจัยภายใน

การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช

- ทropicism
- Nastic movement

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

Summary

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5



พันธุกรรม

ยีนและการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

- การถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมทางโครโมโซมร่างกาย
- การถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมทางโครโมโซมเพศ
- การถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมแบบมัลติเพิลแอลลีล

การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

- มิวเทชันระดับยีน
- มิวเทชันระดับโครโมโซม

เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

Summary

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6



วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

การคัดเลือกโดยธรรมชาติ

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

Summary

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

บรรณานุกรม

80

81

81

85

87

88

91

93

93

94

95

96

98

99

102

102

103

105

107

107

108

111

117

118

120

121

126

129

130

131

132



สิ่งมีชีวิต
มีความสัมพันธ์กับ
สิ่งแวดล้อมอย่างไร



ตัวชีวิต

มฐ. ว 1.1 ม.4/1, ม.4/2, ม.4/3, ม.4/4

หน่วยการเรียนรู้ที่

1

สิ่งมีชีวิต ในสิ่งแวดล้อม

Check for
Understanding

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความตามความเข้าใจของนักเรียนว่าถูกหรือผิด แล้วบันทึกลงในตาราง

ถูก/ผิด

1. ความหลากหลายของระบบนิเวศขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศของแต่ละพื้นที่
2. หลังการเกิดไฟป่ามักจะพบหญ้าเจริญเติบโตขึ้นมาแทนต้นไม้ที่ถูกไฟไหม้ไป
3. ระบบนิเวศประกอบด้วยองค์ประกอบทางชีวภาพเพียงอย่างเดียว
4. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของระบบนิเวศจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของสิ่งมีชีวิต
5. ภัยพิบัติทางธรรมชาติเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ

1

ความหลากหลายของระบบนิเวศ

บริเวณต่าง ๆ ของโลกมีลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน ซึ่งความแตกต่างทางภูมิศาสตร์นี้มีผลต่อลักษณะและประเภทของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแต่ละเขตภูมิศาสตร์ด้วย

ระบบนิเวศ (ecosystem) หมายถึง กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกันในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง โดยสิ่งมีชีวิตจะมีความสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ และสิ่งมีชีวิตยังมีความสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิตที่อยู่ในบริเวณนั้นด้วย

ระบบนิเวศสามารถพบได้ทั้งระบบนิเวศขนาดเล็กและขนาดใหญ่ บางครั้งระบบนิเวศขนาดเล็กอาจซ่อนอยู่ในระบบนิเวศขนาดใหญ่ เช่น แหล่งน้ำที่ประกอบด้วยพืชและสัตว์ต่าง ๆ จัดเป็นระบบนิเวศประเภทหนึ่งที่อยู่ในป่าไม้ ซึ่งจัดเป็นระบบนิเวศอีกประเภทหนึ่ง โดยแหล่งน้ำเป็นระบบนิเวศขนาดเล็กที่ซ่อนอยู่ในป่าไม้ซึ่งเป็นระบบนิเวศขนาดใหญ่ โลกจัดเป็นระบบนิเวศที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ประกอบด้วยระบบนิเวศต่าง ๆ จำนวนมาก ซึ่งระบบนิเวศล้วนประกอบด้วยโครงสร้างที่เหมือนกัน 3 ส่วน ได้แก่ กลุ่มสิ่งมีชีวิต (community) สิ่งแวดล้อม (environment) และแหล่งที่อยู่ (habitat)

▼ ภาพที่ 1.2 โครงสร้างของระบบนิเวศ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

Prior
Knowledge

ประเทศไทย
มีลักษณะทาง
ภูมิศาสตร์เป็น
อย่างไร



▲ ภาพที่ 1.1 โลกเป็นระบบนิเวศที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ซึ่งประกอบด้วยระบบนิเวศต่าง ๆ จำนวนมาก
ที่มา : คลังภาพ อจท.

กลุ่มสิ่งมีชีวิต

สิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ
ที่อาศัยอยู่รวมกัน
มากกว่า 1 ชนิดขึ้นไป

แหล่งที่อยู่

บริเวณที่สิ่งมีชีวิต
อาศัยอยู่ ซึ่งมี
สภาพแวดล้อม
แตกต่างกันไป
ในแต่ละบริเวณ

สิ่งแวดล้อม

องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต
ซึ่งมีความสัมพันธ์กับ
ระบบนิเวศ เช่น อากาศ
แสง น้ำ ดิน



ไบโอม (biomes) เป็นระบบนิเวศขนาดใหญ่ที่มีองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพคล้ายกัน และกระจายอยู่ในเขตภูมิศาสตร์ที่หลากหลายขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศของแต่ละบริเวณบนโลก โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ไบโอมบนบก (terrestrial biomes) และไบโอมแหล่งน้ำ (aquatic biomes)

ไบโอมบนบก

ไบโอมบนบกมีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งมีการกระจายตัวอยู่เป็นบริเวณกว้างในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ไบโอมบนบกแต่ละรูปแบบจะมีลักษณะเฉพาะตัวของแต่ละไบโอมขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ปริมาณหยาดน้ำฟ้าตลอดทั้งปี (annual precipitation) เช่น น้ำฝน ลูกเห็บ หิมะ และอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปี (average temperature)



▲ ภาพที่ 1.3 แผนที่ไบโอมบนบกที่กระจายอยู่ในบริเวณต่าง ๆ ทั่วโลก
ที่มา : คลังภาพ อจท.



ไบโอมโลก



ไบโอมทุนดรา (tundra biomes)

พิกัดทางภูมิศาสตร์ : ละติจูดระหว่าง 80-90 องศาเหนือ

ปริมาณน้ำฝน : 500 มิลลิเมตร/ปี

ลักษณะเด่น : มีฤดูหนาวยาวนานมาก แต่ฤดูร้อนสั้น
อากาศหนาวเย็นมาก ลมแรง ชั้นของดินจับตัวเป็นน้ำแข็ง

สิ่งมีชีวิตที่พบ : พืชที่พบ เช่น มอส กก หญ้า วิลโลว์แคระ
สัตว์ที่พบ เช่น กวางเรนเดียร์ สุนัขจิ้งจอก
เขตอาร์กติก กระต่ายป่า
พบสิ่งมีชีวิตกลุ่มไลเคน



▲ ภาพที่ 1.4 สุนัขจิ้งจอกเขตอาร์กติก
ที่มา : คลังภาพ อจท.



◀ ภาพที่ 1.5 ไบโอมทุนดรา
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ไบโอมไทกา (taiga biomes) หรือไบโอมป่าสน (coniferous forest biomes)

พิกัดทางภูมิศาสตร์ : ละติจูดระหว่าง 60-80 องศาเหนือ

ปริมาณน้ำฝน : 300-500 มิลลิเมตร/ปี

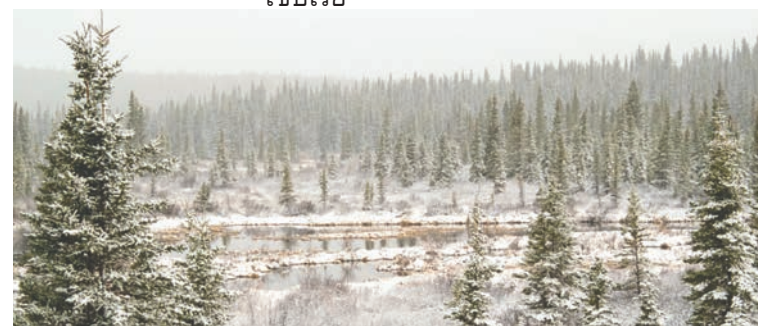
ลักษณะเด่น : มีฤดูหนาวเป็นเวลานานและฤดูร้อนสั้น ซึ่งมีระยะเวลายาวกว่าฤดูร้อนของไบโอมทุนดรา
มีอากาศแห้ง ป่าไม้ผลัดใบบนพื้นที่ภูเขาสูง

สิ่งมีชีวิตที่พบ : พืชที่พบเป็นพืชพวกสน เช่น ไพน์ เฟอร์
สัตว์ที่พบ เช่น กวางมูส นกฮูกเทาใหญ่
หมีดำ

บริเวณที่พบ : แคนาดา ฟินแลนด์ จีนตอนเหนือ และไซบีเรีย



▲ ภาพที่ 1.6 กวางมูส
ที่มา : คลังภาพ อจท.



◀ ภาพที่ 1.7 ไบโอมไทกา
ที่มา : คลังภาพ อจท.

สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

ไบโอมป่าผลัดใบเขตอบอุ่น (temperate deciduous forest biomes)

- พิกัดทางภูมิศาสตร์ : ละติจูดระหว่าง 30-60 องศาเหนือและใต้
ปริมาณน้ำฝน : 500-900 มิลลิเมตร/ปี
ลักษณะเด่น : พื้นที่ที่มีความชื้นเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ใหญ่ มีอากาศค่อนข้างเย็น ป่าชนิดนี้ต้นไม้จะผลัดใบก่อนถึงฤดูหนาว และเริ่มผลิใบอีกครั้งหลังฤดูหนาวผ่านไป
สิ่งมีชีวิตที่พบ : พืชที่พบ เช่น เมเปิ้ล โอ๊ก เชสต์นัต บีช สัตว์ที่พบ เช่น กวางเอลก์ สุนัขป่าสีเทา



▲ ภาพที่ 1.8 สุนัขป่าสีเทา
ที่มา : คลังภาพ อจท.

◀ ภาพที่ 1.9 ไบโอมป่าผลัดใบเขตอบอุ่น
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ไบโอมทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น (temperate grassland biomes)

- พิกัดทางภูมิศาสตร์ : ละติจูดระหว่าง 30-50 องศาเหนือและใต้
ปริมาณน้ำฝน : 500-900 มิลลิเมตร/ปี
ลักษณะเด่น : พื้นที่ราบโล่งปกคลุมด้วยหญ้าที่สูงประมาณ 30-50 เซนติเมตร และไม่มีต้นไม้ใหญ่
สิ่งมีชีวิตที่พบ : พืชที่พบ เช่น หญ้าขน (para grass) หญ้าไรย์ (rye grass) สัตว์ที่พบ เช่น สุนัขป่า สุนัขจิ้งจอก สกังก์ ตั๊กแตน แมลงมุม ไบซัน
บริเวณที่พบ : ทุ่งหญ้าแพรรี (prairie) ในทวีปอเมริกาเหนือ ทุ่งหญ้าปัมปัส (pampas) ในอาร์เจนตินา ทุ่งหญ้าสเตปป์ (steppe) ในรัสเซีย



▲ ภาพที่ 1.10 ไบซัน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

◀ ภาพที่ 1.11 ไบโอมทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ไบโอมป่าฝนเขตร้อน (tropical rain forest biomes)

- พิกัดทางภูมิศาสตร์ : ละติจูดระหว่าง 0-30 องศาเหนือและใต้
ปริมาณน้ำฝน : 200-1,500 มิลลิเมตร/ปี
ลักษณะเด่น : มีอากาศร้อนชื้นตลอดปีและมีฝนตกชุก
สิ่งมีชีวิตที่พบ : มีพืชและสัตว์หลากหลายชนิด
บริเวณที่พบ : ลุ่มแม่น้ำแอมะซอนในทวีปอเมริกาใต้ และป่าฝนเขตร้อนในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย เมียนมา และไทย)



▲ ภาพที่ 1.12 ป่าแอมะซอนในทวีปอเมริกาใต้ เป็นไบโอมป่าฝนเขตร้อนที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ไบโอมทุ่งหญ้าเขตร้อน (tropical grassland biomes) หรือทุ่งหญ้าสะวันนา (savanna biomes)

- พิกัดทางภูมิศาสตร์ : ละติจูดระหว่าง 0-30 องศาเหนือและใต้
ปริมาณน้ำฝน : 300-1,000 มิลลิเมตร/ปี
ลักษณะเด่น : มีสภาพอากาศร้อน พื้นที่ถูกปกคลุมด้วยหญ้า แต่ลำต้นจะสั้นกว่าหญ้าในทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น และมักเกิดไฟป่าเสมอ
สิ่งมีชีวิตที่พบ : พืชที่พบ เช่น หญ้า เบาบับ กระถิน สัตว์ที่พบ เช่น ควายป่า ม้าลาย แรด สิงโต สุนัขป่า ยีราฟ
บริเวณที่พบ : ทวีปแอฟริกา อเมริกาใต้ ออสเตรเลีย และตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย



▲ ภาพที่ 1.13 ทุ่งหญ้าสะวันนา เป็นทุ่งหญ้าที่ประกอบด้วยสัตว์หลายชนิด
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ไบโอมทะเลทราย (desert biomes)

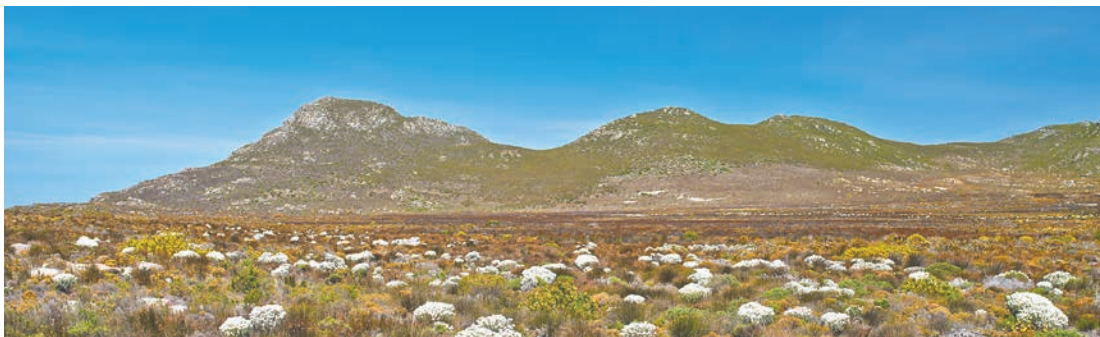
- พิกัดทางภูมิศาสตร์ : ละติจูดระหว่าง 0-30 องศาเหนือและใต้
ปริมาณน้ำฝน : 0-50 มิลลิเมตร/ปี
ลักษณะเด่น : อากาศแห้งแล้งและมีช่วงของอุณหภูมิแตกต่างกันมากขึ้นอยู่กับแต่ละพื้นที่ และช่วงเวลาโดยทะเลทรายในเขตร้อนจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีมากกว่าทะเลทรายในเขตอบอุ่น
สิ่งมีชีวิตที่พบ : พืชที่พบ มักเป็นพืชทนแล้งและพืชอวบน้ำ เช่น กระบองเพชร ต้นปีศาจทะเลทราย สัตว์ที่พบ เช่น อูฐ แมงป่อง สุนัขจิ้งจอกทะเลทราย กิ้งก่า งูหางกระดิ่ง
บริเวณที่พบ : ทะเลทรายสะฮาราในทวีปแอฟริกา ทะเลทรายโกบีในประเทศจีน



▲ ภาพที่ 1.14 ไบโอมทะเลทราย
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ไบโอมชาปาร์รัล (chaparral biomes)

- พิกัดทางภูมิศาสตร์ : ละติจูดระหว่าง 30-60 องศาเหนือและใต้
ปริมาณน้ำฝน : 300-500 มิลลิเมตร/ปี
ลักษณะเด่น : ภูมิอากาศคล้ายทุ่งหญ้าสะวันนา อากาศร้อนและแห้งในฤดูร้อน มีฝนตกในฤดูหนาว และพบทุ่งหญ้าสลับกับไม้พุ่มเขียวตลอดทั้งปี
สิ่งมีชีวิตที่พบ : พืชส่วนใหญ่ที่พบเป็นไม้พุ่มและต้นไม้ขนาดเล็กที่มีใบหนา สัตว์ที่พบหลายชนิดเป็นพวกกินหญ้า เช่น แพะป่า แกะป่า แอนทิลอป
บริเวณที่พบ : ชาปาร์รัลในทวีปอเมริกาเหนือ มาทอร์รัล (matorral) ในสเปนและชิลี ฟรินบอส (fynbos) ทางใต้ของแอฟริกาใต้



▲ ภาพที่ 1.15 ไบโอมชาปาร์รัล
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ไบโอมแหล่งน้ำ

รูปแบบไบโอมแหล่งน้ำบนโลกจะถูกกำหนดด้วยค่าความเค็มหรือความเข้มข้นของเกลือที่ละลายในน้ำ จึงแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ ไบโอมแหล่งน้ำเค็มและไบโอมแหล่งน้ำจืด

ไบโอมแหล่งน้ำเค็ม (marine biomes)

แหล่งน้ำเค็มเป็นระบบนิเวศที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือประมาณ 3% ประกอบไปด้วยทะเลและมหาสมุทร ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ถึง 3 ใน 4 ของพื้นผิวโลก โดยสามารถใช้ลักษณะทางกายภาพ เช่น ความลึกของน้ำ ปริมาณที่แสงส่องถึง ลักษณะของชายหาด แบ่งแหล่งน้ำเค็มออกเป็นบริเวณต่าง ๆ เช่น บริเวณน้ำขึ้นน้ำลง บริเวณไหล่ทวีปท้องทะเล พื้นที่ท้องทะเล



▲ ภาพที่ 1.16 ไบโอมแหล่งน้ำเค็ม
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ไบโอมแหล่งน้ำจืด (freshwater biomes)

แหล่งน้ำจืดเป็นระบบนิเวศที่มีค่าความเข้มข้นของเกลือน้อยกว่า 0.1% ประกอบไปด้วยแหล่งน้ำนิ่ง (lentic system) เช่น ทะเลสาบ สระ หนองน้ำ บึง และแหล่งน้ำไหล (lotic system) เช่น ธารน้ำไหล (stream) แม่น้ำ (river) ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่มีการไหลของน้ำอย่างต่อเนื่อง

ภาพที่ 1.17 ไบโอมแหล่งน้ำจืด ►
ที่มา : คลังภาพ อจท.



บริเวณรอยต่อระหว่างแหล่งน้ำเค็มและแหล่งน้ำจืดจะเกิดเป็นแหล่งน้ำกร่อย (estuaries) พบที่บริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มข้นของเกลือในรอบวันสูงตามปัจจัยต่าง ๆ เช่น น้ำขึ้นน้ำลง ปริมาณน้ำฝน และเป็นบริเวณที่ค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ เนื่องจากมีแร่ธาตุและสารอาหารที่ไหลมากับแม่น้ำจำนวนมาก จึงมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตสูง โดยบริเวณแหล่งน้ำกร่อยมักจะพบป่าชายเลน (mangrove ecosystem) ซึ่งเป็นป่ารอยต่อระหว่างระบบนิเวศบนบกและแหล่งน้ำเค็ม และเป็นแหล่งอาหาร ที่อยู่อาศัย ที่หลบภัย และสถานอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน โดยพืชและสัตว์ที่พบ เช่น ต้นโกงกาง ต้นตีนเป็ดทะเล ปลาตีน ปูทะเล

2 การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ

ในสภาพแวดล้อมหนึ่ง ๆ เมื่อเวลาผ่านไปหลายสิบปี หลายร้อยปี หรือเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในพื้นที่นั้น ๆ โดยสิ่งมีชีวิตกลุ่มเดิมจะล้มตายหรือสูญพันธุ์ไป และมีสิ่งมีชีวิตกลุ่มใหม่เข้ามาอาศัยในพื้นที่นั้นแทน



▲ ภาพที่ 1.18 ระบบนิเวศป่าไม้
ที่มา : คลังภาพ อจท.

สิ่งมีชีวิตในบริเวณนั้น ๆ ทำให้สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงหรือถูกทำลาย เช่น การเกิดโรคหรือแมลงกัดกินพืช การตายทับถมของพืชและสัตว์ทำให้เกิดสารอินทรีย์ทับถมกัน จนกระทั่งเกิดเป็นระบบนิเวศใหม่ การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ (primary succession) เป็นการเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่เริ่มจากบริเวณที่ไม่เคยมีสิ่งมีชีวิตมาก่อน จากนั้นจึงเกิดมีสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรก เมื่อสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกตายก็จะเกิดสิ่งมีชีวิตกลุ่มที่สอง และเมื่อสิ่งมีชีวิตกลุ่มที่สองตายก็จะเกิดสิ่งมีชีวิตกลุ่มต่อไป ขึ้นมาแทนที่ จนในที่สุดกลายเป็นสังคมสมบูรณ์ (climax community) ที่มีความสมดุลทางธรรมชาติ โดยการเปลี่ยนแปลงแทนที่รูปแบบนี้จะใช้เวลานานมากกว่าจะถึงสภาวะสมดุล ซึ่งอาจใช้เวลาอย่างน้อยหลายสิบปีขึ้นไป

2. การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ (secondary succession) เป็นการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในพื้นที่เดิมที่เคยมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ แต่พื้นที่ถูกทำลายจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น การสร้างเขื่อน การเกิดภูเขาไฟระเบิด การเกิดไฟป่า การทำไร่เลื่อนลอย การเปลี่ยนแปลงแทนที่รูปแบบนี้จะใช้เวลาน้อยกว่าการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ เพราะจะเกิดขึ้นในพื้นที่ที่มีดินและธาตุอาหารสมบูรณ์อยู่แล้ว

Prior Knowledge

สาเหตุใดที่ทำให้ระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลง



การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ (ecological succession) เป็นการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศอย่างเป็นลำดับขั้น สาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว คือ สภาพทางกายภาพ เช่น การเกิดน้ำท่วม ไฟป่า แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด ซึ่งทำให้เกิดการพังทลายและการทับถมของดิน ทำให้ระบบนิเวศสูญเสียลักษณะเดิมไป และอีกหนึ่งสาเหตุ คือ สภาพทางชีวภาพที่

การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ

แบบปฐมภูมิ

เริ่มจากบริเวณที่ปราศจากสิ่งมีชีวิต เช่น บนก้อนหินหรือหน้าดิน แล้วจึงมีสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกเข้ามาเจริญเติบโต เช่น ไลเคน จากนั้นกลุ่มสิ่งมีชีวิตจะมีการเปลี่ยนแปลงตามลำดับ ดังนี้



แบบทุติยภูมิ

เกิดจากกลุ่มสิ่งมีชีวิตเดิมถูกทำลาย แต่ยังคงมีสิ่งมีชีวิตบางชนิด และสารอินทรีย์ที่สิ่งมีชีวิตต้องการเหลืออยู่ เช่น บริเวณที่ถูกไฟไหม้ กลุ่มสิ่งมีชีวิตจะเกิดการเปลี่ยนแปลงตามลำดับ ดังนี้



▲ ภาพที่ 1.19 การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ



3 องค์ประกอบของระบบนิเวศ

ในระบบนิเวศหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยองค์ประกอบที่เป็นสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต ซึ่งสิ่งมีชีวิตจะมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง และมีความสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิตที่เป็นสิ่งแวดล้อมโดยรอบ หากมีการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบต่าง ๆ เหล่านี้ ก็จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

องค์ประกอบของระบบนิเวศสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

3.1 องค์ประกอบทางกายภาพ

องค์ประกอบทางกายภาพ (physical component) หมายถึง องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต ซึ่งมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ องค์ประกอบทางกายภาพ มีดังนี้

1. อุณหภูมิ (temperature) สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตที่ต่างกัน เนื่องจากอุณหภูมิเป็นปัจจัยควบคุมการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ และการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต อีกทั้งยังมีผลต่อการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ทั้งการปรับตัวด้านโครงสร้าง เช่น การปรับตัวของหมีขั้วโลกหรือสัตว์ในเขตหนาว ซึ่งจะมีขนยาวปกคลุมร่างกายและมีชั้นไขมัน



▲ ภาพที่ 1.20 การปรับตัวด้านโครงสร้างของหมีขั้วโลก โดยมีขนยาวและชั้นไขมันใต้ผิวหนังที่หนา
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ใต้ผิวหนังที่หนา และการปรับตัวด้านพฤติกรรม เช่น การอพยพของนกปากห่างจากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำในทางตอนเหนือของทวีปเอเชียลงมาทางตอนใต้ของทวีปเอเชียเป็นการชั่วคราว เพราะมีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต ซึ่งในปัจจุบันอุณหภูมิของโลกที่เพิ่มสูงขึ้นจากภาวะโลกร้อนส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ เช่น การละลายของน้ำแข็งขั้วโลก ส่งผลต่อแหล่งที่อยู่และแหล่งหาอาหารของสิ่งมีชีวิตบริเวณขั้วโลก เช่น หมีขั้วโลก เพนกวิน ซึ่งอาจทำให้สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้มีโอกาสล้มตายเพิ่มมากขึ้นจากการขาดแคลนแหล่งอาหารและที่อยู่อาศัย

▼ ภาพที่ 1.21 การอพยพของนกปากห่างจากทางตอนเหนือของทวีปเอเชียที่มีอุณหภูมิต่ำลงมาทางตอนใต้ที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น
ที่มา : คลังภาพ อจท.



Prior Knowledge

สิ่งมีชีวิตใดที่มีบทบาทเป็นผู้ผลิตในระบบนิเวศ



2. แสง (light) เป็นปัจจัยหลักในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยมีผลต่อพืชที่เจริญในน้ำที่ระดับความลึกมาก เช่น ทะเล มหาสมุทร ซึ่งหากพืชได้รับแสงไม่เพียงพอจะทำให้พืชมีการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และสิ่งมีชีวิตที่ใช้แก๊สออกซิเจนในการหายใจด้วย นอกจากนั้น แสงยังมีผลต่อการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตบางชนิด เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมและนกในเขตอบอุ่นและเขตร้อน ซึ่งการ



▲ ภาพที่ 1.22 แสงเป็นปัจจัยจำกัดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชใต้น้ำที่ระดับความลึกมากๆ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

สืบพันธุ์จะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่ได้รับแสงในแต่ละฤดูกาล โดยในฤดูใบไม้ร่วงที่มีปริมาณแสงต่อน้อย สัตว์จะผลิตฮอร์โมนเพศที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์เพิ่มขึ้น และเริ่มผสมพันธุ์ในฤดูใบไม้ร่วงและออกลูกในช่วงฤดูใบไม้ผลิซึ่งมีอุณหภูมิอุ่นขึ้นและมีอาหารอุดมสมบูรณ์ต่อการเจริญเติบโต อีกทั้งแสงยังมีผลต่อพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตบางชนิด เช่น การหุบและบานของดอกไม้ การออกหากินของสัตว์ในเวลากลางคืนหรือกลางวัน

3. น้ำและความชื้น (water and humidity) เป็นปัจจัยกำหนด

สภาพแวดล้อม ความอุดมสมบูรณ์ ลักษณะและชนิดของระบบนิเวศ ซึ่งในร่างกายของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบเพื่อรักษาดุลยภาพต่าง ๆ ของร่างกาย และสำหรับพืช น้ำยังเป็นปัจจัยหลักในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง นอกจากนี้ ยังมีผลต่อการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เช่น หนูจิงโจ้ (kangaroo rat) เป็นสัตว์ที่พบอยู่ในเขตทะเลทราย ปกติจะกินเมล็ดพืชที่แห้งเป็นอาหารเท่านั้นโดยไม่ดื่มน้ำ แต่ร่างกายสามารถปรับตัวให้มีชีวิตอยู่รอดได้โดยได้รับน้ำจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ และสูญเสียน้ำออกจากร่างกายน้อยมาก ซึ่งการระเหยของน้ำจะเกิดระหว่างที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊สของร่างกายเท่านั้น หรือกระบอกเพชรจะมีการลดรูปจากใบเป็นหนามเพื่อลดการคายน้ำ และมีลำต้นอวบน้ำเพื่อรักษาน้ำในร่างกาย



▲ ภาพที่ 1.23 หนูจิงโจ้
ที่มา : คลังภาพ อจท.

▼ ภาพที่ 1.24 การลดรูปจากใบเป็นหนามของกระบอกเพชรเพื่อลดการคายน้ำ
ที่มา : คลังภาพ อจท.



4. **แร่ธาตุ (mineral salts)** เป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากร่างกายของสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยสารประกอบคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ซึ่งสารประกอบเหล่านี้จะประกอบด้วยแร่ธาตุพื้นฐาน เช่น คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน นอกจากนั้นแร่ธาตุบางชนิดยังมีส่วนต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน ทำให้สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดต้องการแร่ธาตุต่าง ๆ ในปริมาณที่แตกต่างกัน เช่น ธาตุแมกนีเซียม ธาตุไนโตรเจน ซึ่งเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในคลอโรฟิลล์ที่เป็นรงควัตถุในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช หากพืชขาดธาตุทั้งสองชนิดนี้จะทำให้พืชสังเคราะห์ด้วยแสงได้น้อยลง ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช รวมทั้งส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตที่ใช้แก๊สออกซิเจนในการหายใจ เนื่องจากเมื่อการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง แก๊สออกซิเจนที่เป็นผลิตภัณฑ์จากกระบวนการดังกล่าวย่อมลดลงด้วย อย่างไรก็ตาม แร่ธาตุแต่ละชนิดจะหมุนเวียนผ่านร่างกายของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเพื่อรักษาสมดุลของระบบนิเวศ



▲ ภาพที่ 1.25 พืชที่ขาดธาตุแมกนีเซียมและธาตุไนโตรเจน ส่งผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ทำให้พืชมีใบเหลืองซีด
ที่มา : คลังภาพ อจท.

5. **ความเป็นกรด-เบสของดินและน้ำ (acidic-basics)** เป็นปัจจัยที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับที่อยู่อาศัยแต่ละแห่ง เช่น การสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียและรา ทำให้บริเวณนั้นมีสภาพความเป็นกรดสูง หรือการขบถายของเสียของสิ่งมีชีวิตบางชนิด เช่น การขบถายของเสียในรูปกรดยูริกของสัตว์ปีกลงในดินและน้ำเป็นเวลานาน ทำให้ดินและน้ำมีสภาพเป็นกรด



▲ ภาพที่ 1.26 แหล่งน้ำที่มีความเป็นกรดสูงส่งผลต่อการละลายของออกซิเจน ทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำขาดออกซิเจนในการหายใจ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ซึ่งถ้าดินและน้ำมีค่าความเป็นกรด-เบสที่เปลี่ยนแปลงจากสภาวะปกติมากจะทำให้สิ่งมีชีวิตไม่สามารถเจริญเติบโตได้ และจะล้มตายเป็นจำนวนมาก เช่น หากแหล่งน้ำมีความเป็นกรดที่ pH ต่ำกว่า 5 จะส่งผลต่อความสามารถของสิ่งมีชีวิตในการนำแก๊สออกซิเจนในน้ำไปใช้ ดังนั้น ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำและดินควรอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เช่น ค่า pH ของน้ำผิวดินควรอยู่ในช่วง 6.5-8.5 ค่า pH ของดินควรอยู่ในช่วง 6.6-7.3

6. **แก๊สต่าง ๆ (gas)** ได้แก่ แก๊สออกซิเจนที่จำเป็นต่อกระบวนการหายใจของสิ่งมีชีวิต และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่จำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่อยู่บนบกจะได้รับแก๊สต่าง ๆ อย่างพอเพียง แต่สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ แก๊สต่าง ๆ จะเป็นปัจจัยจำกัดในการดำรงชีวิต เนื่องจากแก๊สบางชนิด เช่น แก๊สออกซิเจนมีความสามารถในการละลายน้ำได้น้อยกว่าในอากาศ จึงทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำได้รับแก๊สออกซิเจนน้อยกว่าสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บนบก

3.2 องค์ประกอบทางชีวภาพ

องค์ประกอบทางชีวภาพ (biological component) หมายถึง องค์ประกอบที่มีชีวิต ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศนั้น ๆ โดยสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีบทบาทที่ต่างกัน ได้แก่ ผู้ผลิต (producer) ผู้บริโภค (consumer) และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ (decomposer)

1. **ผู้ผลิต (producer)** เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารได้เอง ได้แก่ พืช สาหร่าย และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิด โดยผู้ผลิตมีบทบาทในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมีในรูปของอาหารผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แล้วเก็บสะสมไว้ในเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย และจะมีการถ่ายทอดพลังงานไปยังผู้บริโภคที่กินพืชเป็นอาหาร



▲ ภาพที่ 1.27 พืชเป็นผู้ผลิตหลักในระบบนิเวศ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

2. **ผู้บริโภค (consumer)** เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง ดำรงชีวิตโดยการบริโภคสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

1) **ผู้บริโภคพืช (herbivore)** เป็นผู้บริโภคที่กินพืชเป็นอาหาร เช่น ช้าง ม้า วัว ควาย
2) **ผู้บริโภคสัตว์ (carnivore)** เป็นผู้บริโภคที่กินสัตว์เป็นอาหาร เช่น สิงโต เสือ ฉลาม ไฮยีนา

3) **ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ (omnivore)** เป็นผู้บริโภคที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร เช่น หมู หนู มนุษย์

4) **ผู้บริโภคซากสัตว์ (scavenger)** เป็นผู้บริโภคที่กินซากสัตว์เน่าเปื่อยเป็นอาหาร เช่น แร้ง หนอนแมลงวัน ไฮยีนา (ไฮยีนาเป็นทั้งผู้บริโภคสัตว์และซากสัตว์)



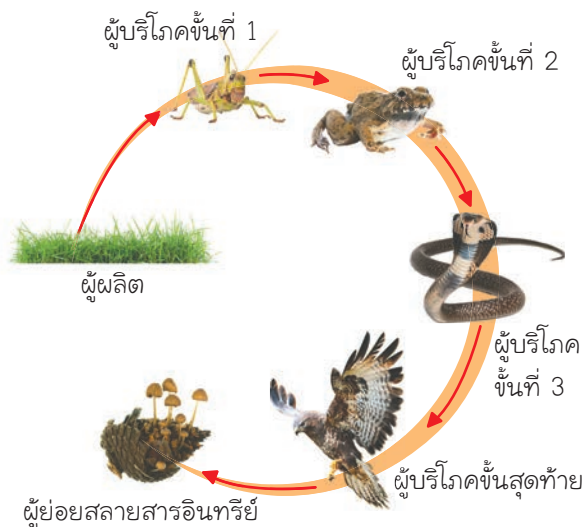
▲ ภาพที่ 1.28 หนูเป็นผู้บริโภคที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร
ที่มา : คลังภาพ อจท.

3. **ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ (decomposer)** เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง แต่ดำรงชีวิตโดยการสร้างเอนไซม์ออกมาย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ให้กลายเป็นสารอินทรีย์โมเลกุลเล็ก แล้วจึงดูดซึมเข้าสู่เซลล์ เช่น เห็ด รา แบคทีเรียบางชนิด



▲ ภาพที่ 1.29 เห็ดสามารถปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยซากพืชซากสัตว์ แล้วดูดซึมเข้าเซลล์ได้
ที่มา : คลังภาพ อจท.

สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศจะมีความสัมพันธ์ในลักษณะของการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ในรูปของ **โซ่อาหาร (food chain)** ซึ่งเป็นลำดับของสิ่งมีชีวิตที่ถูกสิ่งมีชีวิตในลำดับถัดไปกินเป็นอาหาร และมีตำแหน่งของสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหารเป็นลำดับขั้นการกินอาหาร (trophic level) โดยเริ่มจากผู้ผลิต ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตลำดับแรกของโซ่อาหาร ต่อด้วย **ผู้บริโภคชั้นที่ 1 หรือผู้บริโภคชั้นปฐมภูมิ (primary consumer)** ซึ่งเป็นสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร ตามด้วย **ผู้บริโภคชั้นที่ 2 หรือผู้บริโภคชั้นทุติยภูมิ (secondary consumer)** ซึ่งเป็นสัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหาร และสัตว์ที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร จนถึง **ผู้บริโภคชั้นสุดท้าย (top carnivore)** ซึ่งเป็นสัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหาร และบางโซ่อาหารยังรวม **ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์** ไว้ในลำดับสุดท้าย ทำให้มีการถ่ายทอดพลังงานในโซ่อาหารเป็นลำดับขั้นการกินอาหารต่อกัน



▲ ภาพที่ 1.30 โซ่อาหารของสิ่งมีชีวิต
ที่มา : คลังภาพ อจท.

Biology in Real Life

มนุษย์สามารถนำคุณสมบัติการสร้างเอนไซม์ของสิ่งมีชีวิตกลุ่มผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์มาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ด้านอุตสาหกรรมในการหมัก เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ นมเปรี้ยว และเนยแข็ง ด้านการแพทย์ ในการผลิตยาปฏิชีวนะเพื่อรักษาโรค ด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆ ที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ตาม สิ่งมีชีวิตบางชนิดอาจเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด และสิ่งมีชีวิตบางชนิดสามารถกินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหารได้หลายชนิด เช่น สัตว์กินเนื้อส่วนใหญ่กินสัตว์ขนาดเล็กหลายชนิด สัตว์กินพืชสามารถกินพืชหลายชนิด จึงเกิดความสัมพันธ์ของโซ่อาหารหลาย ๆ โซ่อาหาร ที่เรียกว่า **สายใยอาหาร (food web)** เช่น จากสายใยอาหารด้านล่าง สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีบทบาทต่าง ๆ ดังนี้

ผู้ผลิต เช่น หญ้า

ผู้บริโภคชั้นที่ 1 เช่น ตั๊กแตน หนู หนอนผีเสื้อ

ผู้บริโภคชั้นที่ 2 เช่น กบ หนู

ผู้บริโภคชั้นสุดท้าย เช่น งูเห่า เหยี่ยว

จากสายใยอาหาร จะเห็นว่า สิ่งมีชีวิตบางชนิดมีหลายบทบาท ในสายใยอาหาร เนื่องจากสามารถกินสัตว์ได้หลายประเภท จึงทำให้ลำดับขั้นของผู้บริโภคในแต่ละโซ่อาหารแตกต่างกัน เช่น หนูสามารถเป็นได้ทั้งผู้บริโภคชั้นที่ 1 และผู้บริโภคชั้นที่ 2

สายใยอาหาร



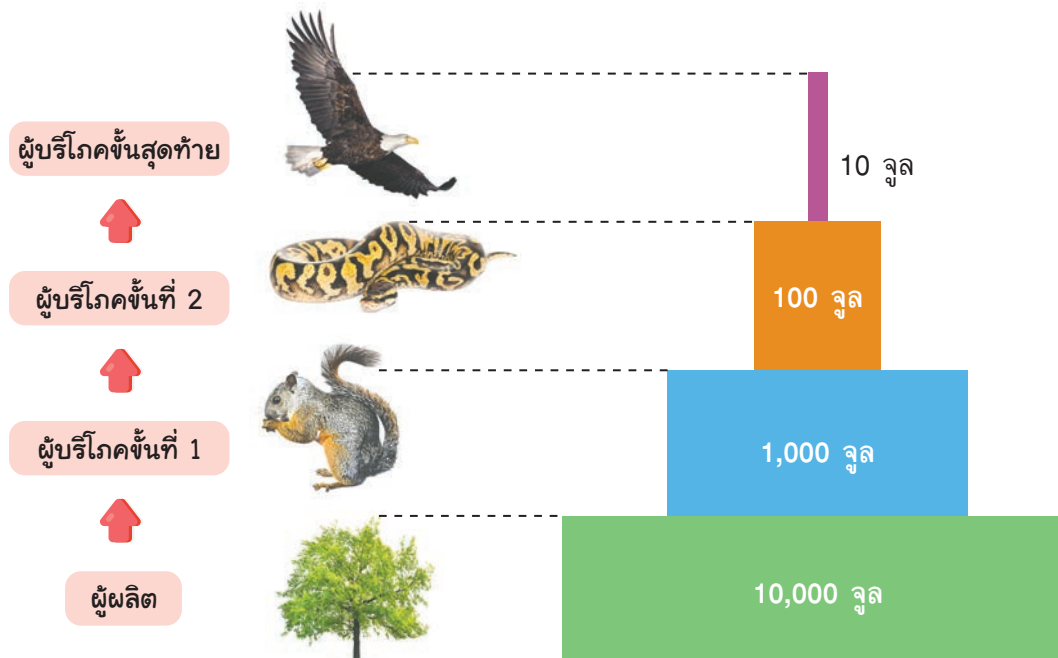
▲ ภาพที่ 1.31 สายใยอาหารของสิ่งมีชีวิต
ที่มา : คลังภาพ อจท.

Test for U

โซ่อาหารและสายใยอาหารมีความสำคัญอย่างไรต่อระบบนิเวศ

ตอบ โซ่อาหารและสายใยอาหารแสดงการถ่ายทอดพลังงานจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคลำดับต่างๆ ทำให้เกิดการนำธาตุอาหารไปใช้สร้างเนื้อเยื่อหรือสังเคราะห์สารต่างๆ ในร่างกายของสิ่งมีชีวิต และเกิดการหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศเป็นวัฏจักรผ่านผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์

การกินต่อกันเป็นลำดับขั้นของสิ่งมีชีวิต จะทำให้มีการถ่ายทอดพลังงานในอาหารต่อเนื่องเป็นลำดับขั้น ซึ่งสามารถแสดงในรูปของพีระมิดพลังงาน (pyramid of energy) ซึ่งเป็นพีระมิดที่แสดงปริมาณพลังงานของแต่ละลำดับขั้นการกินอาหาร ซึ่งจะมีค่าลดลงตามลำดับขั้นของการบริโภค ดังนี้



▲ ภาพที่ 1.32 พีระมิดพลังงาน แสดงการถ่ายทอดพลังงานของแต่ละลำดับขั้นการกินอาหารในโซ่อาหาร ที่มา : คลังภาพ อจท.

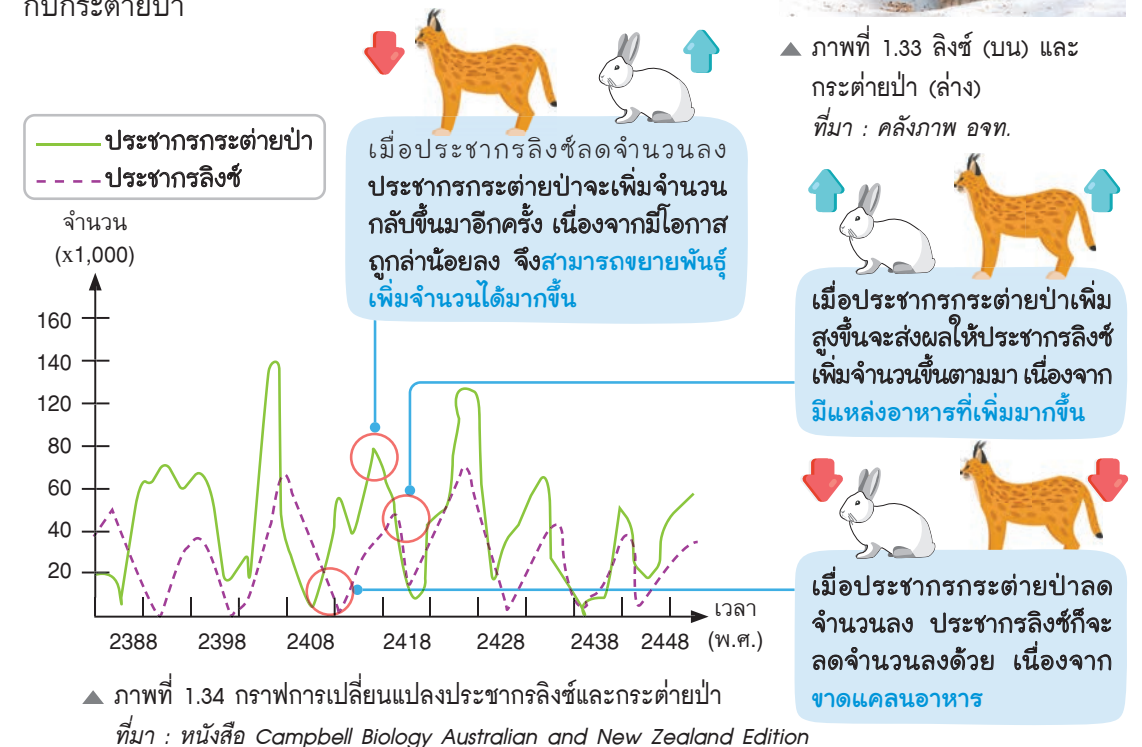
จากภาพ แสดงการถ่ายทอดพลังงานของแต่ละลำดับขั้นการกินอาหาร พบว่า จากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคแต่ละขั้นนั้น พลังงานจะถูกถ่ายทอดไปเพียง 10% หมายความว่า ผู้ผลิตได้รับพลังงาน 10,000 จูล จากแสงอาทิตย์ ผู้บริโภคลำดับที่ 1 จะได้รับพลังงานเพียง 1,000 จูลเท่านั้น โดยพลังงานส่วนที่เหลืออีก 90% จะถูกนำไปใช้ในการดำรงชีวิต และบางส่วนถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ซึ่งการถ่ายทอดพลังงานรูปแบบนี้จะเกิดขึ้นกับผู้บริโภคขั้นต่อ ๆ ไปจนถึงผู้บริโภคลำดับขั้นสุดท้าย ซึ่งจะได้รับพลังงานน้อยที่สุด

Science Focus

กฎสิบเปอร์เซ็นต์

กฎสิบเปอร์เซ็นต์ (law of ten percent) มีใจความสำคัญว่า พลังงานที่ถ่ายทอดจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังอีกสิ่งมีชีวิตหนึ่งในแต่ละลำดับขั้นมีประมาณ 10% จากพลังงานทั้งหมด ส่วนพลังงานอีก 90% จะสูญเสียไปในรูปของอื่น ๆ เช่น ความร้อน การหายใจ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละขั้นสามารถถ่ายทอดพลังงานไปยังขั้นถัดไปได้ 10% ของพลังงานทั้งหมด โดยพลังงานที่สิ่งมีชีวิตในแต่ละลำดับขั้นในระบบนิเวศได้รับนั้นจะแตกต่างกัน สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในลำดับขั้นแรกจะได้รับพลังงานสูงที่สุด และพลังงานที่ได้รับจะลดลงเมื่อมีลำดับขั้นที่สูงขึ้น

การกินต่อกันเป็นลำดับขั้นของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศเป็นผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากรสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทเป็นผู้บริโภคที่เป็นผู้ล่าและเหยื่อจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากรเป็นอย่างมาก เนื่องจากการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจำนวนผู้ล่าหรือเหยื่อย่อมส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตกลุ่มต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ทั้งผู้ผลิตที่อาจเป็นอาหารของเหยื่อ หรือผู้บริโภคอื่น ๆ ที่อาจเป็นผู้ล่าของเหยื่อชนิดเดียวกัน ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรลิงซ์กับกระต่ายป่า



จากกราฟ แสดงการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรลิงซ์ซึ่งเป็นผู้ล่า กับประชากรกระต่ายป่าซึ่งเป็นเหยื่อ พบว่า การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรลิงซ์กับกระต่ายป่าจะมีลักษณะคล้ายกับคลื่นที่ขึ้น ๆ ลง ๆ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรในรูปแบบนี้เป็นการรักษาสมดุลของโซ่อาหารและระบบนิเวศอีกทางหนึ่งด้วย

H.O.T.S. คำถามท้าทายความคิดขั้นสูง

การเปลี่ยนแปลงขนาดประชากรสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ล่าและเหยื่อในระบบนิเวศ ส่งผลต่อสมดุลของระบบนิเวศอย่างไร

4 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดย่อมมีความสัมพันธ์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งปัจจัยในการดำรงชีวิต ซึ่งมนุษย์เป็นส่วนหนึ่งในระบบนิเวศที่ต้องอาศัยปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตเช่นกัน จึงมีการนำทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมาใช้เกินความจำเป็น จนก่อให้เกิดการลดจำนวนและเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรวดเร็ว

ทรัพยากรธรรมชาติ (natural resources) หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและมนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น อากาศ ดิน น้ำ ป่าไม้ สัตว์ป่า แร่ธาตุ พลังงาน หากแบ่งทรัพยากรธรรมชาติตามลักษณะของการนำไปใช้ประโยชน์ จะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วเกิดทดแทนได้ และทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วไม่เกิดทดแทน

ประเภทของทรัพยากรธรรมชาติ

ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วเกิดทดแทนได้ (renewable natural resources)

ทรัพยากรที่ถูกนำไปใช้แล้วสามารถเกิดขึ้นใหม่ทดแทนได้ตามกระบวนการธรรมชาติ ซึ่งการเกิดทดแทนอาจช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับชนิดของทรัพยากรธรรมชาตินั้น ๆ เช่น น้ำ ดิน อากาศ พืช สัตว์ ป่าไม้



▲ ภาพที่ 1.35 ทรัพยากรป่าไม้
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วไม่เกิดทดแทน (non-renewable natural resources)

ทรัพยากรธรรมชาติที่เมื่อถูกใช้แล้วจะหมดไปจากโลก หรือเกิดขึ้นทดแทนได้แต่ใช้ระยะเวลายาวนานนับหลายแสนปี เช่น แก๊สธรรมชาติ น้ำมันดิบ ถ่านหิน แร่อุตสาหกรรม แร่กัมมันตรังสี



▲ ภาพที่ 1.36 ทรัพยากรถ่านหิน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

Prior Knowledge

ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันเกิดจากสาเหตุใด



4.1 การใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบันทรัพยากรธรรมชาติลดจำนวนและเสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความร่อยหรอและเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ ส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่

■ การเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์

นำมาซึ่งความต้องการในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพื่อการดำรงชีวิต ทั้งที่อยู่อาศัย อาหาร ยารักษาโรค และเครื่องนุ่งห่ม มนุษย์จึงมีการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้เพิ่มมากขึ้น เช่น การตัดไม้ทำลายป่าเพื่อนำมาสร้างที่อยู่อาศัย การบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อใช้ที่ดินเป็นที่อยู่อาศัยและทำการเกษตร



▲ ภาพที่ 1.37 การตัดไม้เพื่อนำไปสร้างสิ่งปลูกสร้าง
ที่มา : คลังภาพ อจท.

■ การสร้างสิ่งก่อสร้าง

การสร้างอ่างเก็บน้ำ เขื่อน เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ทรัพยากรป่าไม้ ดิน น้ำ และสัตว์ป่าในพื้นที่ถูกทำลาย



▲ ภาพที่ 1.38 การสร้างเขื่อน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

■ การขยายตัวของชุมชนเมือง

ทำให้เกิดปัญหาด้านการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น ปัญหาด้านการควบคุมดูแลทรัพยากร ปัญหากำจัดของเสีย นอกจากนี้ ยังส่งผลให้เกิดการสร้างแหล่งอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้น ยิ่งทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งหากมีการควบคุมดูแลที่ไม่เหมาะสมก็ย่อมก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมตามมาเช่นกัน

■ เทคโนโลยีสมัยใหม่ที่นำมาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิต

มีการพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นมาใช้ในการเกษตรมากขึ้น ทำให้การใส่สารเคมี เช่น ยาฆ่าแมลง ปุ๋ยเคมีสะดวกมากขึ้น อาจส่งผลให้เกิดการสะสมและตกค้างในดินและแหล่งน้ำ รวมถึงพืชและสัตว์ หากมีการใช้สารเคมีเหล่านี้ในปริมาณมากและเป็นเวลานาน จะทำให้ผลผลิตและสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศมีการปนเปื้อนจากสารเคมีได้



▲ ภาพที่ 1.39 การใช้โดรนพ่นสารเคมีในภาคการเกษตร
ที่มา : คลังภาพ อจท.

■ การทำสงคราม

ก่อให้เกิดการกระตุ้นการนำทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่มาใช้มากขึ้น เช่น การใช้ทรัพยากรแร่ในการผลิตอาวุธและเครื่องมือการแรงขุดเจาะน้ำมันดิบเพื่อขายแล้วนำเงินไปซื้ออาวุธที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น



■ ความไม่รู้หรือรู้เท่าไม่ถึงการณ์

ส่งผลให้มนุษย์ขาดสติในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ นำไปสู่ความร่อยหรอและเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ นอกจากนี้ มนุษย์ยังขาดความเข้าใจถึงทรัพยากรธรรมชาติในลักษณะของภาพรวมที่เป็นความสัมพันธ์ร่วมกันของสิ่งต่าง ๆ เช่น นักอนุรักษ์จะมองที่การบำรุงรักษาทรัพยากรธรรมชาติให้คงอยู่ได้นานที่สุด นักเศรษฐศาสตร์จะมองที่ความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ส่วนภาคอุตสาหกรรมกลับมองที่วัตถุดิบที่เป็นปัจจัยในการผลิต ซึ่งเมื่อเกิดความเสียหายย่อมมีผลกระทบต่อภาพรวมทั้งหมด ดังนั้น จึงควรพิจารณาให้ดีกว่าก่อนว่าการกระทำนั้นจะเป็นการทำลายหรือก่อให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติหรือไม่

▲ ภาพที่ 1.40 สงครามระหว่างรัสเซียกับยูเครนส่งผลให้ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้น
ที่มา : <https://abcnews.go.com/International/>

4.2 ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ และก่อให้เกิดผลกระทบต่อมนุษย์ พืช สัตว์ และนำไปสู่การขาดสมดุลทางธรรมชาติ

ระดับท้องถิ่น

ปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในบริเวณใกล้เคียง เช่น การทิ้งขยะและการปล่อยน้ำเสียในครัวเรือน การปล่อยน้ำเสียแก๊สพิษ และเขม่าควันจากโรงงานอุตสาหกรรมการรั่วไหลของสารเคมีจากสถานที่จัดเก็บ



▲ ภาพที่ 1.41 การปล่อยแก๊สพิษและเขม่าควันจากโรงงานอุตสาหกรรม
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ระดับประเทศ

ปัญหาที่มีความรุนแรงและเกิดในบริเวณกว้าง ซึ่งอาจเกิดจากปัญหาระดับท้องถิ่นสะสมรวมกัน เช่น ปัญหาการลักลอบตัดไม้ทำลายป่า ปัญหาการขาดแคลนน้ำหรือภัยแล้ง ปัญหาน้ำท่วม ปัญหาไฟป่าและหมอกควัน



▲ ภาพที่ 1.42 ไฟป่าทำให้พื้นที่ป่าและที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตถูกทำลาย
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ระดับโลก

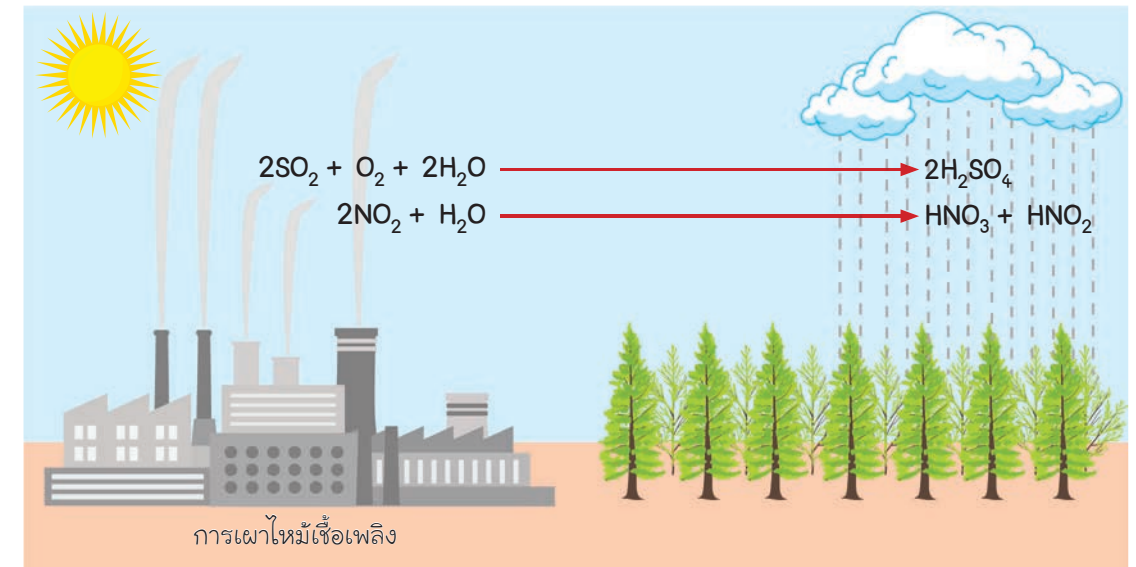
ปัญหาที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ทั่วโลก ซึ่งอาจเกิดจากปัญหาระดับท้องถิ่นหรือระดับประเทศสะสมมากขึ้นจนยากต่อการแก้ไข เช่น ภาวะโลกร้อน ฝนกรด



▲ ภาพที่ 1.43 การละลายของน้ำแข็งขั้วโลกที่เป็นผลมาจากภาวะโลกร้อน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อระดับโลก มีดังนี้

1) ฝนกรด (acid rain) เกิดขึ้นเนื่องจากมีแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์และโรงงานต่าง ๆ แล้วถูกปล่อยสู่บรรยากาศ ซึ่งแก๊สเหล่านี้จะทำปฏิกิริยากับน้ำ ก่อให้เกิดสารประกอบที่เป็นกรด ได้แก่ กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) และกรดไนตริก (HNO_3)



▲ ภาพที่ 1.44 ปฏิกิริยาการเกิดฝนกรด
ที่มา : คลังภาพ อจท.

จากปฏิกิริยาดังกล่าว ทำให้ฝนที่ตกลงมามีสมบัติเป็นกรด สามารถกัดกร่อนโลหะและทำลายสิ่งปลูกสร้างที่มีหินปูนเป็นองค์ประกอบ และส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต เนื่องจากฝนกรดสามารถทำปฏิกิริยากับธาตุอาหารที่สำคัญของพืช เช่น แคลเซียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม ทำให้พืชไม่สามารถนำธาตุอาหารไปใช้ได้ และแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศยังไปปิดปากใบพืชทำให้ความสามารถในการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง อีกทั้งยังทำให้แหล่งน้ำนิ่งซึ่งมีความเป็นกรด ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำได้

▼ ภาพที่ 1.45 ฝนกรดส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช
ที่มา : คลังภาพ อจท.





กิจกรรม

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- การสังเกต
- การทดลอง

จิตวิทยาศาสตร์

- ความอยากรู้อยากเห็น
- ความมีเหตุผล
- ความร่วมมือช่วยเหลือ

ทดสอบผลของสารละลายกรดต่อการเจริญของสาหร่ายเท

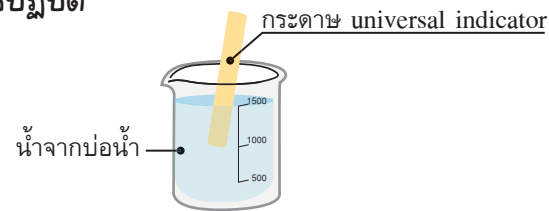
จุดประสงค์

เพื่อทดสอบผลของสารละลายกรดต่อการเจริญของสาหร่ายเท

วัสดุอุปกรณ์

1. กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง
2. กระดาษ universal indicator
3. ปีกเกอร์ขนาด 1,500 มิลลิลิตร
4. หลอดหยด
5. กระดาษลิตมัส
6. กระดาษปิดสไลด์
7. เครื่องชั่ง
8. น้ำจากบ่อน้ำ 1,500 มิลลิลิตร
9. กรดซัลฟิวริกเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร
10. สาหร่ายเท (*Spirogyra* spp.)

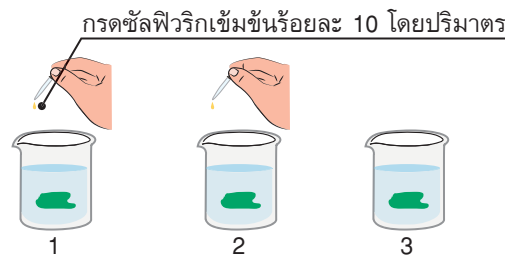
วิธีปฏิบัติ



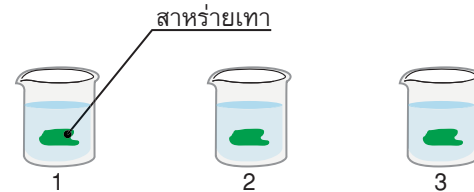
1. ตักน้ำประมาณ 1,500 มิลลิลิตร จากแหล่งธรรมชาติที่มีสาหร่ายเท แล้ววัดค่า pH ของน้ำ โดยใช้กระดาษ universal indicator



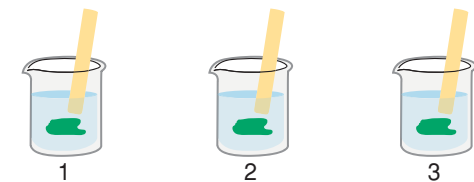
3. จากนั้นประมาณ 2-3 วัน ให้ตรวจสอบลักษณะของสาหร่ายเท โดยนำมาตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อให้แน่ใจว่าสามารถเจริญได้



5. หยดสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 และ 2 เพื่อปรับค่า pH เป็น 6 และ 3 ตามลำดับ แล้วใช้กระดาษ universal indicator ตรวจสอบค่า pH ของน้ำ



2. ใส่ น้ำจากข้อ 1. ลงในบีกเกอร์จำนวน 3 ใบ ใบละ 500 มิลลิลิตร และใส่สาหร่ายเทลงในบีกเกอร์ใบละ 0.5 กรัม แล้วนำบีกเกอร์ไปวางไว้ในที่ที่ได้รับแสง



4. ขยายพันธุ์ต่ออีกประมาณ 10 วัน แล้วนำมาตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ให้แน่ใจว่าสาหร่ายมีลักษณะปกติ พร้อมตรวจค่า pH ของน้ำโดยใช้กระดาษ universal indicator

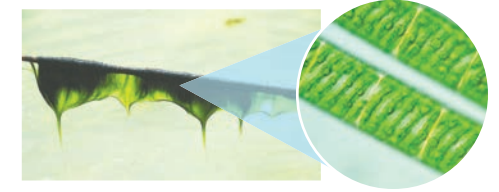


6. ขยายพันธุ์สาหร่ายเททั้ง 3 บีกเกอร์ ต่อไปอีก 3 วัน นำมาตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของสาหร่ายเททั้ง 3 บีกเกอร์ แล้วบันทึกผลการทดลอง

▲ ภาพที่ 1.46 การทดสอบผลของสารละลายกรดต่อการเจริญของสาหร่ายเท
ที่มา : คลังภาพ อจท.

สาหร่ายเท

สาหร่ายเท (*Spirogyra* spp.) เป็นสาหร่ายน้ำจืด มีลักษณะเป็นเส้นสาย มีสีเขียว ซึ่งภายในเซลล์สาหร่ายเทมีนิวเคลียสอยู่ตรงกลาง และมีคลอโรพลาสต์รูปร่างเป็นเกลียว



▲ ภาพที่ 1.47 สาหร่ายเท
ที่มา : คลังภาพ อจท.

คำถามท้ายกิจกรรม

1. สารละลายกรดซัลฟิวริกมีผลต่อสาหร่ายเทอย่างไร
2. ลักษณะของสาหร่ายเททั้ง 3 บีกเกอร์ หลังการทดลองแตกต่างกันอย่างไร

อภิปรายผลกิจกรรม

จากกิจกรรม พบว่า ความเป็นกรดของน้ำจะมีผลต่อเซลล์สาหร่ายเท เพราะสารละลายกรดซัลฟิวริกที่หยดลงไปผสมกับน้ำในบีกเกอร์ที่ 1 และ 2 ทำให้น้ำมีความเป็นกรด ซึ่งในบีกเกอร์ที่ 1 (pH = 6) จะมีสาหร่ายเทเพียงบางเซลล์ที่ได้รับความเสียหาย เช่น ผนังเซลล์ฉีกขาด คลอโรพลาสต์เปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง ส่วนในบีกเกอร์ที่ 2 (pH = 3) เซลล์ของสาหร่ายเทส่วนใหญ่จะได้รับความเสียหาย เนื่องจากน้ำมีความเป็นกรดที่สูงกว่า

2) ภาวะโลกร้อน (global warming) เป็นภาวะที่อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบนโลกสูงขึ้น เกิดจาก 2 สาเหตุ ดังนี้

▼ ภาพที่ 1.48 การเกิดภาวะโลกร้อน
ที่มา : คลังภาพ อจท.



1. เกิดจากรังสีอินฟราเรดซึ่งเป็นรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ทะลุผ่านชั้นบรรยากาศของโลกเข้ามาได้มาก แต่สะท้อนกลับออกไปได้น้อย
2. รังสีความร้อนจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์แผ่ออกไปยังนอกโลกได้น้อย เพราะมีแก๊สเรือนกระจกขวางอยู่ ซึ่งแก๊สเรือนกระจกประกอบด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) แก๊สมีเทน (CH₄) สารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs) และไนตรัสออกไซด์ (NO)

การเพิ่มขึ้นของแก๊สเรือนกระจกเกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ทั้งการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากน้ำมัน ถ่านหิน และแก๊สธรรมชาติ ควันท่อไอเสียรถยนต์ การตัดไม้ทำลายป่า การเผาพื้นที่เกษตรกรรม ภาวะโลกร้อนเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอย่างมาก ตัวอย่างเช่น



▲ ภาพที่ 1.49 การขาดแคลนที่อยู่อาศัยของหมีขั้วโลก เป็นผลจากภาวะโลกร้อน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

สภาพอากาศรุนแรง จากภัยธรรมชาติที่มีแนวโน้มเกิดบ่อยครั้งและรุนแรงมากขึ้น เช่น ภัยแล้ง ไฟป่า พายุไต้ฝุ่น น้ำท่วม ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ตามมา



▲ ภาพที่ 1.50 ปะการังฟอกขาวจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำทะเล
ที่มา : คลังภาพ อจท.

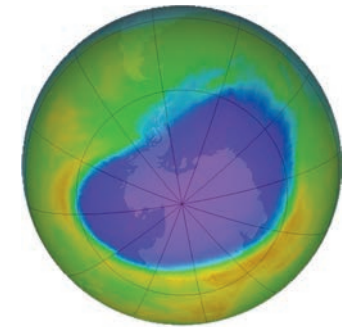
ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้น้ำแข็งขั้วโลกละลายและไหลลงสู่มหาสมุทรมากกว่าปกติ ซึ่งระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้เกิดการสูญเสียที่ดิน เกิดการกัดเซาะและพังทลายของชายฝั่ง รวมถึงส่งผลกระทบต่อที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิตบริเวณขั้วโลก เช่น หมีขั้วโลก เพนกวิน

ปะการังฟอกขาว ปกติสีส้มของปะการังเกิดจากสาหร่ายเซลล์เดียวที่อาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อชั้นในของปะการัง แต่หากอุณหภูมิของน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้นจากภาวะโลกร้อน สาหร่ายเหล่านั้นจะตาย ทำให้ปะการังไม่มีอาหาร ปะการังจะตายและกลายเป็นสีขาว

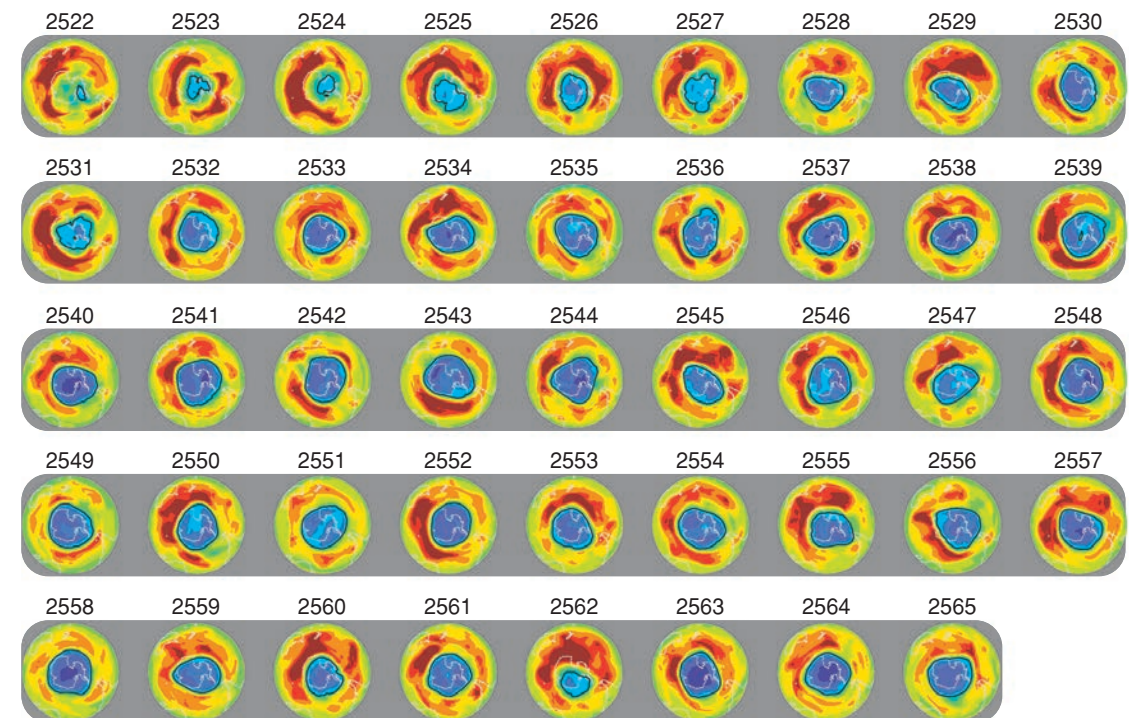
ผลผลิตภาคการเกษตรและปศุสัตว์ลดลง เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้น ก่อให้เกิดปัญหาด้านการขาดแคลนอาหารในบางพื้นที่ของโลก

3) หลุมโอโซน (Ozone hole) โอโซน (ozone; O_3) เกิดจากการรวมตัวของแก๊สออกซิเจน (O_2) กับอะตอมของออกซิเจน (O) ซึ่งปกติจะพบการรวมตัวในบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ที่สูงจากผิวโลกประมาณ 20-40 กิโลเมตร โอโซนมีคุณสมบัติในการดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์ จึงช่วยป้องกันไม่ให้อรังสีอัลตราไวโอเล็ตส่งมาถึงโลกโดยตรง แต่โอโซนที่ความเข้มข้นสูงจะสามารถทำลายส่วนที่เป็นไขมันของเซลล์สิ่งมีชีวิตได้

ในช่วง พ.ศ. 2522-2565 พบว่า โอโซนในบรรยากาศลดจำนวนลงอย่างมากจากถูกทำลายโดยสาร CFCs ที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะบริเวณเหนือทวีปแอนตาร์กติกานั้นพบว่า มีชั้นโอโซนที่เบาบางกว่าบริเวณอื่น ๆ ของโลก จึงทำให้อรังสีอัลตราไวโอเล็ตส่องลงมายังโลกได้มากขึ้น เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า **หลุมโอโซน** ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ บนโลก เช่น ทำให้เกิดโรคมะเร็งผิวหนัง ทำลายระบบภูมิคุ้มกันและสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การเจริญเติบโตของพืชข้าวลง วัสดุที่ทำจากสารสังเคราะห์จะได้รับความเสียหาย



▲ ภาพที่ 1.52 หลุมโอโซนบริเวณเหนือทวีปแอนตาร์กติกาที่ถูกบันทึกไว้ ณ วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2559
ที่มา : <https://earthobservatory.nasa.gov/images/88998/ozone-hole-2016-and-a-historic-climate-agreement>



▲ ภาพที่ 1.53 การเปลี่ยนแปลงหลุมโอโซนบริเวณเหนือทวีปแอนตาร์กติกาตั้งแต่ พ.ศ. 2522-2565
ที่มา : <https://atmosphere.copernicus.eu/three-peculiar-antarctic-ozone-hole-seasons-row-what-we-know>

Science Focus

สารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs)

สารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs) เป็นสารที่ทำความเย็น กระจ่างสปริง อุตสาหกรรมผลิตโฟม โดยสาร CFCs สามารถทำลายชั้นโอโซนให้เกิดรูโหว่ รังสีอัลตราไวโอเล็ตจึงแผ่เข้ามาสู่ผิวโลกได้มากขึ้น ทำให้โลกมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นและส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ บนโลกรวมถึงมนุษย์



▲ ภาพที่ 1.51 การปล่อยควันพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม
ที่มา : คลังภาพ อจท.

4.3 การป้องกันและแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบันจำนวนประชากรมนุษย์ที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้ความต้องการในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมา และทำให้ทรัพยากรธรรมชาติเสื่อมโทรมและลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้น จึงต้องมีแนวทางการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืนเพื่อให้คนรุ่นหลังได้มีทรัพยากรใช้ตลอดไป

1. การใช้แบบยั่งยืน (sustainable utilization) เป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างเหมาะสมเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดและเกิดมลพิษน้อยที่สุด หรือไม่เกิดมลพิษเลย หรือหากเกิดของเสียและมลพิษในสิ่งแวดล้อมต้องมีวิธีการกำจัดหรือบำบัด เพื่อให้ทรัพยากรนั้นฟื้นคืนสภาพเดิมมากที่สุด ซึ่งการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนมีแนวทาง ได้แก่

1 การใช้อย่างประหยัดหรือลดปริมาณการใช้ (reduce) เป็นการใช้ทรัพยากรเท่าที่จำเป็นเพื่อให้มีทรัพยากรใช้นานที่สุด เช่น ปิดไฟทุกครั้งที่ไม่ใช้งาน หรือเปิดเฉพาะจุดที่ใช้ งาน ปิดคอมพิวเตอร์และเครื่องปรับอากาศเมื่อไม่ใช้เป็นเวลานาน

2 การนำกลับมาใช้ใหม่ (reuse) เป็นการนำสิ่งของบางอย่างที่สามารถใช้ประโยชน์ได้กลับมาใช้ใหม่ เช่น ถุงพลาสติก ขวดแก้ว กระดาษ

3 การนำของเสียหรือวัสดุเหลือใช้มาใช้ประโยชน์ (recycle) โดยนำของเสียหรือวัสดุเหลือใช้มาผ่านกระบวนการเพื่อให้เป็นวัสดุใหม่ แล้วสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีกครั้ง โดยที่วัสดุนั้นอาจจะเป็นวัสดุแบบเดิมหรือแบบใหม่ เช่น การนำกระดาษใช้แล้วมาผ่านกระบวนการทำกระดาษเพื่อทำเป็นกระดาษแข็ง



▲ ภาพที่ 1.54 ป่าไม้เป็นแหล่งกักเก็บน้ำที่มั่นคงและยั่งยืน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

หนึ่ง เช่น การทำอ่างฝายเพื่อเก็บพืชผลทางการเกษตร การกักเก็บน้ำ หรือการกักเก็บเพื่อความมั่นคง เช่น การเก็บรักษาป่า แร่ธาตุ น้ำมันปิโตรเลียม แก๊สธรรมชาติ

2. การเก็บกัก (storage) เนื่องจากทรัพยากรธรรมชาติหลายชนิดเมื่อนำมาใช้ในปริมาณมากจึงมีโอกาที่จะขาดแคลนได้ในอนาคต ดังนั้น การกักเก็บทรัพยากรธรรมชาติจึงเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนอีกวิธีหนึ่ง แต่การกักเก็บทรัพยากรนั้นมีหลายวัตถุประสงค์ ทั้งการกักเก็บเพื่อใช้ในอนาคตเนื่องจากขณะนั้นมีทรัพยากรดังกล่าวเป็นจำนวนมาก แต่อาจจะขาดแคลนในอีกช่วงเวลา

3. การรักษารซ่อมแซม (repair) เมื่อทรัพยากรธรรมชาติถูกทำลาย ทั้งจากมนุษย์หรือธรรมชาติ จึงจำเป็นต้องรักษารซ่อมแซมให้กลับสู่สภาวะปกติหรือเกือบปกติมากที่สุด เช่น การเติมอากาศลงในบ่อบำบัดน้ำเสียเพื่อให้มีคุณภาพดีขึ้น การปลูกป่าทดแทนเมื่อป่าไม้ถูกทำลาย การเพาะพันธุ์สัตว์ป่าเพื่อคืนสู่ธรรมชาติ

4. การฟื้นฟู (rehabilitation) เมื่อทรัพยากรธรรมชาติหลายชนิดถูกนำไปใช้จนเกิดความเสื่อมโทรม จึงมีความจำเป็นต้องฟื้นฟูให้อยู่ในสภาพปกติ ซึ่งเวลาที่ใช้ในการฟื้นฟูอาจมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพของทรัพยากรที่เสื่อมโทรมไป เพื่อให้สามารถใช้ทรัพยากรได้อีกและใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การฟื้นฟูแนวปะการังที่เสื่อมโทรมจากการกระทำของมนุษย์หรือจากภัยธรรมชาติ โดยการวางแผนปะการังเทียม



▲ ภาพที่ 1.55 การฟื้นฟูแนวปะการังโดยใช้โครงเหล็ก
ที่มา : คลังภาพ อจท.

5. การป้องกัน (prevention) เป็นวิธีการคุ้มครองทรัพยากรธรรมชาติที่กำลังถูกทำลายหรือมีแนวโน้มจะถูกทำลายให้อยู่ในสภาพปกติ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจเรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การณรงค์สร้างจิตสำนึก การออกกฎหมายควบคุม การแบ่งเขตพื้นที่ควบคุมดูแล การตั้งหน่วยงานรับผิดชอบโดยตรง

แนวทางการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืนเป็นกระบวนการที่ทุกคนต้องมีส่วนร่วม และจำเป็นต้องมีการพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน เพื่อประโยชน์ในการนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยปกติแล้วทรัพยากรธรรมชาติแต่ละประเภทจะมีศักยภาพที่แตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจจะมีการนำเทคโนโลยีมาช่วยควบคู่กับการพัฒนา อย่างไรก็ตามต้องคำนึงถึงผลกระทบต่าง ๆ ที่ตามมาด้วย

▼ ภาพที่ 1.56 เซลล์แสงอาทิตย์
ที่มา : คลังภาพ อจท.



Unit Questions

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ประเทศไทยจัดอยู่ในไบโอมแบบใด เพราะเหตุใด
2. การถางป่าเพื่อใช้พื้นที่ในการทำเกษตรกรรมเป็นการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศรูปแบบใด เพราะเหตุใด
3. ถ้าสภาพความเป็นกรด-เบสของน้ำและดินเปลี่ยนแปลง จะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศอย่างไร
4. สิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทเป็นผู้บริโภคซากสัตว์และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์มีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร พร้อมยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น
5. ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติมีสาเหตุจากอะไร และส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

สมรรถนะสำคัญสำหรับผู้เรียน

- | | |
|--------------------|-------------------|
| ✓ ความสามารถด้าน | ✓ การสื่อสาร |
| ✓ การคิด | ✓ การแก้ปัญหา |
| ○ การใช้ทักษะชีวิต | ✓ การใช้เทคโนโลยี |

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความเหมาะสม แล้วปฏิบัติตามกิจกรรม ดังต่อไปนี้

1. ร่วมกันสำรวจและระบุปัญหาที่เกิดจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในชุมชนของนักเรียน พร้อมสอบถามคนในชุมชนถึงสาเหตุและผลกระทบของปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการดำรงชีวิต
2. ร่วมกันสืบค้น รวบรวม และวิเคราะห์แนวทางแก้ไขและป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนของนักเรียนจากแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ที่น่าเชื่อถือ และการสอบถามหน่วยงานราชการที่รับผิดชอบด้านสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น แล้วจัดทำโปสเตอร์รณรงค์ประชาสัมพันธ์การป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนของนักเรียน
3. ร่วมกันแจกโปสเตอร์และลงพื้นที่รณรงค์ประชาสัมพันธ์ให้ความรู้ เรื่องการป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนของนักเรียน เพื่อให้เกิดความตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมส่งเสริมให้คนในชุมชนมีส่วนร่วมในการรักษาและพัฒนาสิ่งแวดล้อมในชุมชนที่ตนเองอาศัยอยู่ แล้วร่วมกันลงข้อสรุปเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม

Summary

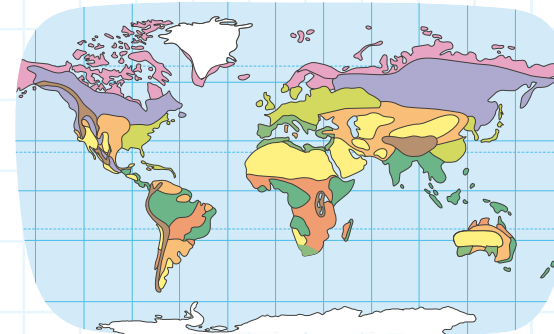
ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

ความหลากหลายของระบบนิเวศ

ไบโอม

- ระบบนิเวศที่มีองค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพที่เป็นลักษณะเฉพาะกระจายอยู่ในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก
- แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ **ไบโอมบนบก** ที่ถูกจำแนกด้วยปริมาณหยาดน้ำฟ้าและอุณหภูมิ และ **ไบโอมแหล่งน้ำ** ที่ถูกจำแนกด้วยค่าความเค็ม



- | | |
|---------------------------|-----------------|
| ● ไบโอมป่าฝนเขตร้อน | ● ไบโอมทะเลทราย |
| ● ไบโอมป่าผลัดใบเขตอบอุ่น | ● ไบโอมไทกา |
| ● ไบโอมทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น | ● ไบโอมทุนดรา |
| ● ไบโอมทุ่งหญ้าเขตร้อน | ● ภูเขาสูง |
| ● ไบโอมซาฟารี | ○ ขั้วโลก |

ไบโอมทุนดรา

- อุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็วและยาวนาน
- ฤดูร้อนสั้นๆ ขึ้นดินจับตัวเป็นน้ำแข็ง
- ไม่พบต้นไม้ใหญ่ สัตว์ปรับตัวเพื่อทนต่ออากาศเย็น

ไบโอมทะเลทราย

- อากาศร้อนจัด หนาวจัด และแห้งแล้ง
- พืชและสัตว์ปรับตัวเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ

ไบโอมทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น

- อากาศค่อนข้างเย็น
- ทุ่งหญ้าโปร่ง ไม่มีต้นไม้สูง

ไบโอมป่าผลัดใบเขตอบอุ่น

- อากาศเย็นและชื้น มี 4 ฤดูชัดเจน
- พืชมีใบกว้างผลัดใบก่อนฤดูหนาว

ไบโอมป่าฝนเขตร้อน

- อากาศร้อนชื้นตลอดปี และมีฝนตกชุก
- มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตสูงที่สุด

ไบโอมทุ่งหญ้าเขตร้อน

- อากาศร้อน ฤดูแล้งยาวนาน
- ทุ่งหญ้าโปร่ง มีไม้ต้นเก็บไม่พุ่ม ขึ้นกระจายแทรกอยู่

ไบโอมซาฟารี

- ภูมิอากาศคล้ายทุ่งหญ้าสะวันนา
- ทุ่งหญ้าสลับกับไม้พุ่มเขียวตลอดทั้งปี

ไบโอมไทกา

- อุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็วและยาวนาน
- พืชส่วนใหญ่ไม่ผลัดใบ มีใบคล้ายเข็ม

องค์ประกอบของระบบนิเวศ

องค์ประกอบทางกายภาพ องค์ประกอบที่**ไม่มีชีวิต**ที่ทำให้ระบบนิเวศเกิดความสมดุลและมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตและการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

แสง

- แหล่งพลังงานที่สำคัญของโลก
- ปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
- มีผลต่อการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์และการหาอาหารของสิ่งมีชีวิต

แร่ธาตุ

- สำคัญต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต
- หมุนเวียนผ่านร่างกายสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเพื่อรักษาสมดุลของระบบนิเวศ

อุณหภูมิ

- ควบคุมการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์และการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต
- มีผลต่อการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต

น้ำและความชื้น

- ปัจจัยกำหนดสภาพแวดล้อม ลักษณะและชนิดของระบบนิเวศ
- มีผลต่อการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต

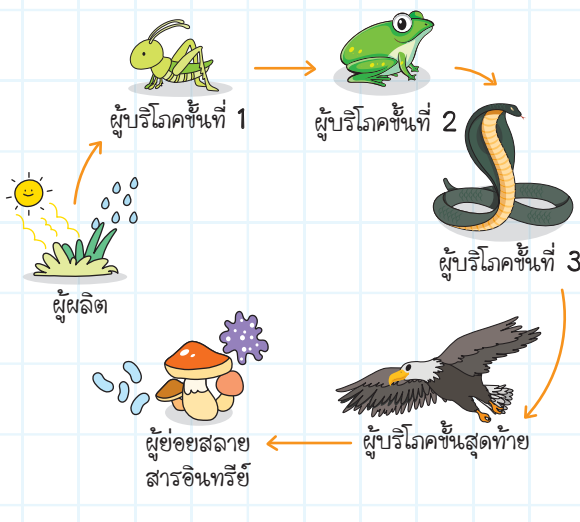
ความเป็นกรด-เบส ของดินและน้ำ

- ปัจจัยที่เกิดจากปฏิกิริยาของสิ่งมีชีวิตกับที่อยู่อาศัย
- มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต

แก๊สต่าง ๆ

- แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
- แก๊สออกซิเจนที่สำคัญต่อกระบวนการหายใจของพืชและสัตว์

องค์ประกอบทางชีวภาพ องค์ประกอบที่มีชีวิต ซึ่งเป็น**สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศ** โดยสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีบทบาทแตกต่างกัน และมีความสัมพันธ์ในรูปแบบ**โซ่อาหาร**และ**สายใยอาหาร**



ผู้ผลิต

สร้างอาหารได้เองผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง **เช่น** พืช สาหร่าย

ผู้บริโภค

ไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง แต่บริโภคสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร

- ผู้บริโภคพืช
- ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์
- ผู้บริโภคสัตว์
- ผู้บริโภคซากสัตว์

ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์

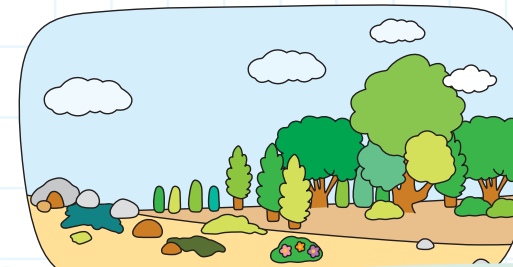
ไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง แต่จะย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตให้กลายเป็นสารอินทรีย์ แล้วดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย **เช่น** เห็ด รา แบคทีเรีย

การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ

การเปลี่ยนแปลงของ**กลุ่มสิ่งมีชีวิต**ในระบบนิเวศอย่างเป็น**ลำดับขั้น** โดยมีปัจจัยทางกายภาพและทางชีวภาพเข้ามาเกี่ยวข้องจนกลายเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอีก

แบบปฐมภูมิ

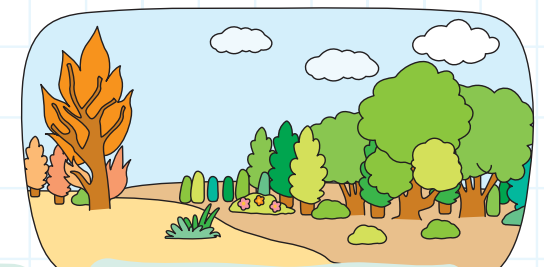
เกิดขึ้นในบริเวณที่**ไม่เคยมีสิ่งมีชีวิตมาก่อน** จนกลายเป็นสังคมสมบูรณ์



ก้อนหิน → โลหะ → มอส → หญ้า → ไม้ล้มลุก → ไม้ยืนต้น → สังคมพืช

แบบทุติยภูมิ

เกิดขึ้นในบริเวณที่**เคยมีกลุ่มสิ่งมีชีวิต** แต่กลุ่มสิ่งมีชีวิตเดิมถูกทำลายไป



ไฟป่า → หญ้า → ไม้ล้มลุก → ไม้ยืนต้น

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ

- การเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์
- การขยายตัวของชุมชนเมืองอย่างรวดเร็ว
- การสร้างสิ่งก่อสร้าง
- การใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เพิ่มขึ้น
- การทำสงคราม

แนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

การใช้แบบยั่งยืน

- ใช้อย่างประหยัด
- ลดปริมาณการใช้
- การนำกลับมาใช้ใหม่

การเก็บกัก

- เพื่อใช้ในช่วงขาดแคลน
- การสร้างเขื่อน
- การเก็บแก๊สธรรมชาติ

ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ระดับท้องถิ่น

การทิ้งขยะ
ปล่อยน้ำเสียในชุมชน



ระดับประเทศ

การลักลอบตัดต้นไม้
ทำลายป่า ไฟป่า ร้ายแรง



ระดับโลก

ฝนกรด ภาวะโลกร้อน
รูโหว่อโอโซน



การซ่อมแซม

- การปลูกป่าทดแทน
- การเพาะพันธุ์สัตว์ป่า
- คืนสู่ธรรมชาติ



การฟื้นฟู

การวางแผนการรังจาก
ท่อนิวคลีียร์ เพื่อฟื้นฟูแนวปะการัง
ที่เสื่อมโทรม



การป้องกัน

คุ้มครองทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่กำลังถูกทำลาย
หรือมีแนวโน้มถูกทำลาย

