



หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๒

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

ผู้เรียบเรียง

ผศ.ดร.ศรัณยา	พีระเกียรติขจร	ปร.ด. (เทคโนโลยีชีวภาพ), วท.ม. (เทคโนโลยีชีวภาพ), วท.บ. (ชีววิทยา)
น.สพ.ศิวะ	พีระเกียรติขจร	สพ.บ. (สัตวแพทยศาสตร์)

ผู้ตรวจ

ดร.นวิยา	ฮุยเป่า	ปร.ด. (สรีรวิทยา), วท.ม. (สรีรวิทยา), วท.บ. (ชีววิทยา)
ดร.พรสวรรค์	สุทธินนท์	ปร.ด. (ชีววิทยา), วท.ม. (พฤกษศาสตร์), วท.บ. (ชีววิทยา)
ดร.ชิตติพงษ์	ทิพบรรจง	ปร.ด. (กายวิภาคศาสตร์และชีววิทยาโครงสร้าง), วท.บ. (ชีววิทยา)

บรรณาธิการ

ผศ.ดร.พิศเรศ	คู่ยต์วน	ปร.ด. (สรีรวิทยา), วท.บ. (ชีววิทยา)
--------------	----------	-------------------------------------

ปีที่พิมพ์ ๒๕๖๔

พิมพ์ครั้งที่ ๑

จำนวน ๕,๐๐๐ เล่ม

ISBN : 978-616-07-2219-8

จัดพิมพ์โดย บริษัท สำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

❖ ฝ่ายการตลาด, ฝ่ายการเงินและบัญชี, ฝ่ายผลิตและจัดส่ง :

๖๗/๑๐๙ หมู่ ๑ ซ.พระแม่การุณย์ ต.บ้านใหม่ อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี ๑๑๑๒๐

โทร. ๐ ๒๕๕๔ ๕๕๘๘, ๐ ๒๕๕๔ ๕๕๙๓, ๐ ๒๕๑๖ ๕๕๕๐-๒ โทรสาร ๐ ๒๕๖๑ ๕๕๕๓

❖ ฝ่ายวิชาการ :

๘๗/๑๒๒ ถ.เทศบาลสงเคราะห์ แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ ๑๐๙๐๐

โทร. ๐ ๒๕๕๔ ๕๕๑๘-๒๐, ๐ ๒๕๕๓ ๘๑๖๘-๕ โทรสาร ๐ ๒๕๕๐ ๒๕๒๓

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ ลิขสิทธิ์เป็นของบริษัท สำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด



คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

ชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

การศึกษาเกี่ยวกับนิเวศวิทยา องค์ประกอบในระบบนิเวศ วัฏจักรของแร่ธาตุ ไบโอมแอกนิฟิเคชัน (biomagnification) และไบโอแอคคิวมิวเลชัน (bioaccumulation) ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ไบโอมหรือชีวนิเวศ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์ ความหนาแน่นและการแพร่กระจายของประชากร การเพิ่มของประชากรมนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม มลพิษ (pollution) หรือมลภาวะคืออะไร ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรดิน ทรัพยากรอากาศ ทรัพยากรป่าไม้ ทรัพยากรสัตว์ป่า ชนิดพันธุ์ต่างถิ่น

เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ พร้อมทั้งคุณธรรมและจริยธรรม การแก้ปัญหา มีความรับผิดชอบ และตระหนักถึงวิทยาศาสตร์ในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม

ผลการเรียนรู้

1. วิเคราะห์ อธิบาย และยกตัวอย่างกระบวนการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ
2. อธิบาย ยกตัวอย่างการเกิดไบโอแมกนิฟิเคชันและบอกแนวทางในการลดการเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน
3. สืบค้นข้อมูล และเขียนแผนภาพ เพื่ออธิบายวัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส
4. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบายลักษณะของไบโอมที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ บนโลก
5. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง อธิบาย และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ และการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ
6. อภิปรายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ
7. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว
8. อธิบายลักษณะสำคัญ และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์



9. อธิบาย และยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อย และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับชั้นสปีชีส์

10. สร้างไดโคโทมิกคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่างที่กำหนดเป็นหมวดหมู่

11. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ยกตัวอย่าง และสรุปเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของประชากรของสิ่งมีชีวิตบางชนิด

12. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการเพิ่มขึ้นของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียล และการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก

13. อธิบาย และยกตัวอย่างปัจจัยที่ควบคุมการเติบโตของประชากร

14. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาการขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการวางแผนการจัดการน้ำและการแก้ไขปัญหา

15. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหามลพิษทางอากาศ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา

16. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรดิน และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา

17. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่เกิดจากการทำลายป่าไม้ รวมทั้งเสนอแนวทางในการป้องกันการทำลายป่าไม้และการอนุรักษ์ป่าไม้

18. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่ทำให้สัตว์ป่ามีจำนวนลดลง และแนวทางในการอนุรักษ์สัตว์ป่า





หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 2 ได้เรียบเรียงขึ้นตามผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้แบ่งออกเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย **นิเวศวิทยา ความหลากหลายทางชีวภาพ ประชากรและมนุษย์กับ ความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม** ในหนังสือยังมี QR Code (Quick Response Code) ที่เข้าผ่านระบบ **LINE** หรือแอปพลิเคชันสำหรับอ่าน QR Code เพื่อให้นักเรียนได้ เข้าถึงข้อมูลและสื่อการเรียนรู้อื่นๆ อีกด้วย

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 2 เล่มนี้ จะอำนวยความสะดวกต่อ ผู้สอนที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาเต็มตาม ศักยภาพและบรรลุตามเป้าหมายของหลักสูตรต่อไป



ฝ่ายวิชาการ บริษัท สำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด



สาระชีววิทยา



1. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

2. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลาย ของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยน แก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกายการขับถ่าย การรับรู้และ การตอบสนองการเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต สอริโมนกับการรักษา ดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

5. เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและ การหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไข ปัญหา



ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ ตามสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม



หน่วย การเรียนรู้ที่	เรื่อง	สาระชีววิทยา				
		1	2	3	4	5
6	นิเวศวิทยา					✓
7	ความหลากหลายทางชีวภาพ		✓			
8	ประชากร					✓
9	มนุษย์กับความยั่งยืน ของสิ่งแวดล้อม					✓

สารบัญ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

นิเวศวิทยา



1

- นิเวศวิทยา 2
- องค์ประกอบในระบบนิเวศ 4
- วัฏจักรของแร่ธาตุ 13
- ไบโอมกนัฟิเคชัน (biomagnication) 22
- และไบโอแอคคิวมิวเลชัน (bioaccumulation)
- ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 24
- ไบโอม หรือชีวนิเวศ 31
- กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ 35



หน่วยการเรียนรู้ที่ 7

ความหลากหลายทางชีวภาพ



36

- ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต 37
- การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต 38
- สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช 60
- สิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์ 77
- กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ 108





สารบัญ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8

ประชากร



109

- ความหนาแน่นและการแพร่กระจายของประชากร 110
- การเพิ่มของประชากร 117
- กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ 132

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9

มนุษย์กับความยั่งยืน ของสิ่งแวดล้อม



133

- มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม 135
- มลพิษ (pollution) หรือมลภาวะคืออะไร 141
- ทรัพยากรน้ำ 144
- ทรัพยากรดิน 157
- ทรัพยากรอากาศ 167
- ทรัพยากรป่าไม้ 168
- ทรัพยากรสัตว์ป่า 173
- ชนิดพันธุ์ต่างถิ่น 180
- กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ 183

บรรณานุกรม

184



นิเวศวิทยา



6

หน่วยการเรียนรู้ที่



สาระการเรียนรู้

- นิเวศวิทยาคืออะไร?
- ระบบนิเวศคืออะไร?
- องค์ประกอบในระบบนิเวศ
- โครงสร้างของระบบนิเวศ
- การแบ่งประเภทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
- การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ
- การหมุนเวียนแร่ธาตุและสารเคมีในระบบนิเวศ
- การถ่ายทอดพลังงานในโซ่อาหาร
- ไบโอมกนนิฟิเคชัน (biomagnification) และไบโอแอคคิวมิเลชัน (bioaccumulation)
- ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
- การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ
- ไบโอม หรือ ชีวนิเวศ (biome)



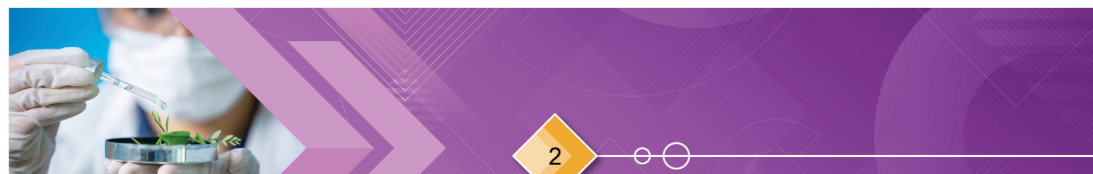
แนวคิด

นิเวศวิทยาเป็นการศึกษาความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ทั้งที่มาจากสิ่งมีชีวิตหรือเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต ซึ่งในระบบนิเวศจะมีองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันตามโครงสร้างและหน้าที่ขององค์ประกอบนั้น ซึ่งเราจะมี การศึกษาดังแต่ว่าระดับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต โซ่อาหาร สายใยอาหาร ระบบนิเวศ และไบโอม



ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

- วิเคราะห์ อธิบาย และยกตัวอย่างกระบวนการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ
- อธิบาย ยกตัวอย่างการเกิดไบโอมกนนิฟิเคชันและบอกแนวทางในการลดการเกิดไบโอมกนนิฟิเคชัน
- สืบค้นข้อมูล และเขียนแผนภาพ เพื่ออธิบายวัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส
- อภิปรายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ
- อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิต และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว
- อธิบายลักษณะสำคัญ และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์
- อธิบาย และยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อย และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับชั้นสปีชีส์
- สร้างโคโคโหมสคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่างที่กำหนดออกเป็นหมวดหมู่



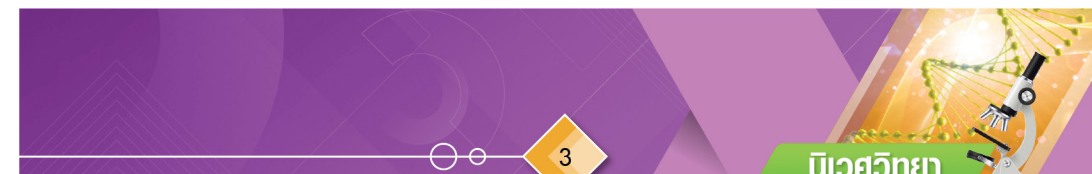
นิเวศวิทยา (ecology)



นิเวศวิทยาคืออะไร?

นิเวศวิทยาเป็นการศึกษาความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ทั้งที่มาจากสิ่งมีชีวิตหรือเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต หรืออาจพูดอีกนัยหนึ่งว่าเป็นหลักเศรษฐศาสตร์ของธรรมชาติ (economy of the nature) ภายใต้แนวคิดทุกสิ่งทุกอย่างในโลกล้วนมีความเชื่อมโยงกัน ซึ่งนิเวศวิทยาจะมีความสำคัญในเรื่องของความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต (organisms) สิ่งแวดล้อม (environment) และที่อยู่อาศัย (habitats) ของสิ่งมีชีวิต ที่มีต่อกันในแง่ของโครงสร้างและหน้าที่ ขององค์ประกอบในระบบนิเวศ

นิเวศวิทยา เป็นศาสตร์ของการศึกษาเรื่องของระบบนิเวศ องค์ประกอบของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบระบบนิเวศ ลักษณะของโครงสร้างและหน้าที่ (structure and function) ขององค์ประกอบในระบบนิเวศ โดยอาศัยความรู้ใน 4 สาขาประกอบเข้าด้วยกันได้แก่ สรีรวิทยา (physiology) พฤติกรรม (behavior) พันธุกรรม (genetics) และวิวัฒนาการ (evolution)

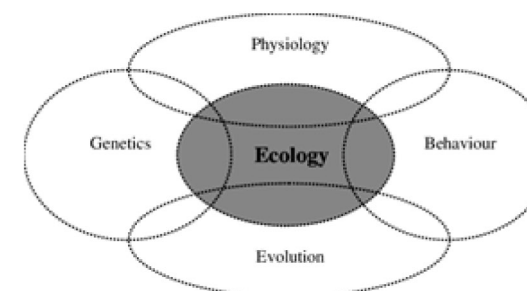


นิเวศวิทยา



ระบบนิเวศคืออะไร? (ecosystem)

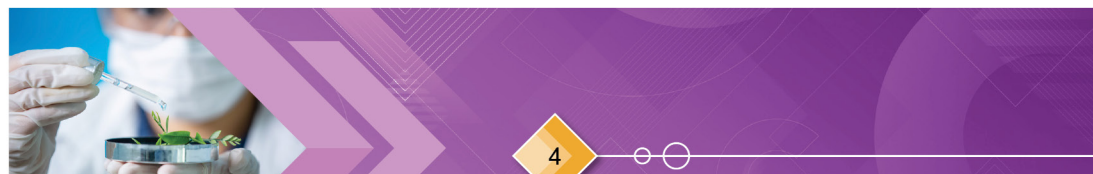
ระบบนิเวศ เป็นระบบที่มีโครงสร้างซึ่งเป็นการรวมกันเป็นแหล่ง (pools) ของ พลังงาน แร่ธาตุและสสาร ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อกัน กับโครงสร้างอื่น ๆ ภายในระบบนิเวศด้วยตนเอง



องค์ประกอบขององค์ความรู้ในการศึกษาทางนิเวศวิทยา



องค์ประกอบของระบบนิเวศ



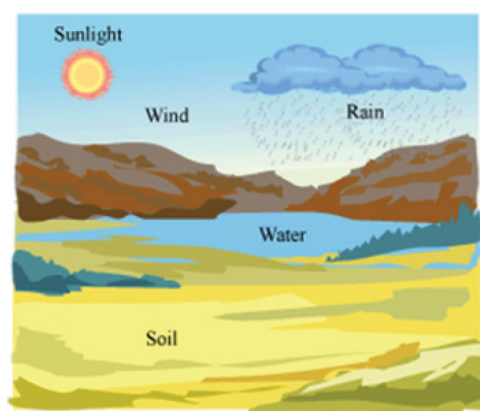
องค์ประกอบในระบบนิเวศ

มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน

1. องค์ประกอบของระบบนิเวศที่ไม่มีชีวิต หรือองค์ประกอบของระบบนิเวศในทางกายภาพและเคมี (abiotic components ; physicochemical components) ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่ไม่มีชีวิตในระบบนิเวศ เป็นส่วนของพลังงาน สารเคมีหรือแร่ธาตุ ที่เป็นส่วนหรือเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต เช่น ดิน หิน ทราย แผ่นดิน น้ำ สภาพภูมิอากาศ ความร้อนและอุณหภูมิ แสง สภาพภูมิอากาศ ซึ่งมักเป็นส่วนหนึ่งของแหล่งที่อยู่อาศัย หรือสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบสิ่งมีชีวิต

ซึ่งเราสามารถแยกองค์ประกอบของระบบนิเวศที่ไม่มีชีวิต ได้ออกเป็น 3 ประเภท

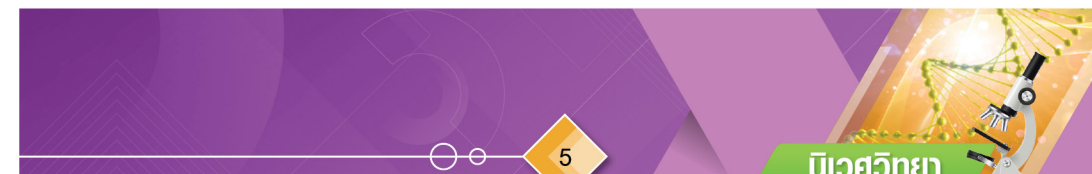
1. สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ เป็นลักษณะทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิ ความร้อน แสง ความชื้น ลม



สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ

2. อนินทรีย์สาร เป็นสารเคมีหรือแร่ธาตุต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมในส่วนที่ไม่มีชีวิต เช่นดิน ทราย น้ำ แก๊สต่าง ๆ เช่นไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์

3. อินทรีย์สาร เป็นสารเคมี ที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจน และอาจมีออกซิเจน และไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งมีบทบาทในการทำงานหรือถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน

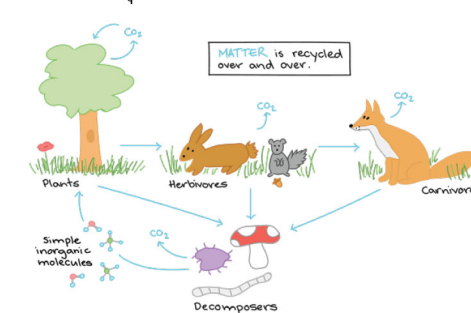


นิเวศวิทยา

2. องค์ประกอบของระบบนิเวศในทางชีวภาพ (biological component ; biotic component) เป็นส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต เช่นสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ เช่น จุลินทรีย์ เห็ดและเชื้อรา พืช สัตว์ หรือมนุษย์

โครงสร้างของระบบนิเวศมี 3 ส่วนได้แก่

1. กลุ่มของสิ่งมีชีวิต (community) เป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ภายในระบบนิเวศ โดยแต่ละกลุ่มมีหน้าที่ที่แตกต่างกัน



องค์ประกอบของระบบนิเวศในทางชีวภาพ

2. แหล่งที่อยู่อาศัย (habitat) เป็นบริเวณพื้นที่ที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ ที่มีสภาพแวดล้อม ที่เหมาะสมแก่การดำรงชีวิตของกลุ่มของสิ่งมีชีวิต

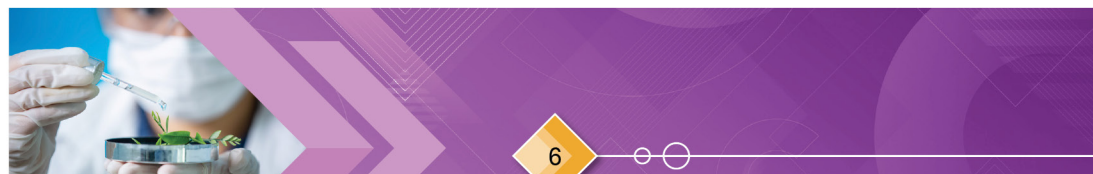
3. สิ่งแวดล้อม (environment) เป็นองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต ซึ่งมีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับระบบนิเวศ และกลุ่มของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ



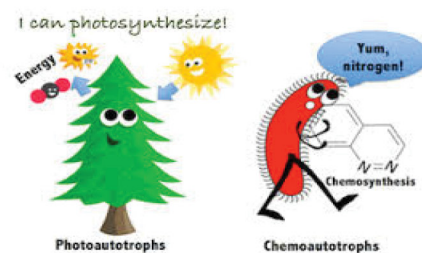
การแบ่งประเภทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

1. สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารขึ้นเองได้ หรือ ออโตโทรป (autotrophs) เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความสามารถในการใช้สารอนินทรีย์ในการสร้างสารอินทรีย์ มีความสามารถตรึงแร่ธาตุ และรับพลังงานโดยตรง จากสภาพแวดล้อมทางกายภาพได้ เพื่อใช้ในการสร้างสารอินทรีย์ ที่สามารถนำไปก่อให้เกิดพลังงานได้ในระบบนิเวศ เช่นคาร์โบไฮเดรต หรือไขมัน ซึ่งอาจใช้สารเหล่านั้นกับตนเอง หรือถ่ายทอดให้กับองค์ประกอบทางชีวภาพในระดับอื่น ๆ ของระบบนิเวศต่อไปได้

สิ่งมีชีวิตที่สามารถรับแสง และคาร์บอนไดออกไซด์ และสามารถสร้างเป็นสารอินทรีย์ได้ เพื่อใช้ในการดำรงชีวิต เราเรียกสิ่งมีชีวิตประเภทนี้ว่า โฟโตออโตโทรป (photoautotrophs) เช่นพืชต่าง ๆ ที่มีรงควัตถุที่จำเป็นในการสังเคราะห์ด้วยแสงอย่างคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ซึ่งมีสีเขียว เบต้าแคโรทีน (beta-carotene) ซึ่งมีสีส้ม แซนโทฟิลล์ (xanthophyll) ซึ่งมีสีเหลือง สาหร่ายไซยาโนแบคทีเรีย แพลงก์ตอนพืช

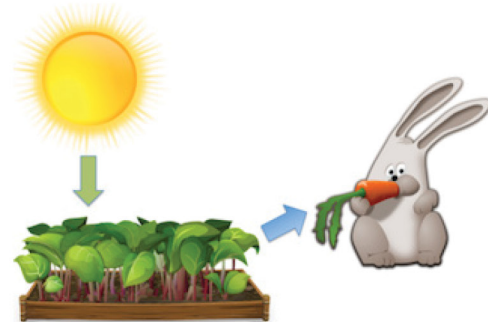


สิ่งมีชีวิตบางชนิด อาจมีความสามารถในการใช้สารอนินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม ผ่านกระบวนการต่าง ๆ เช่นออกซิเดชันรีดักชัน เพื่อสร้างเป็นพลังงานและใช้ในการดำรงชีวิตรวมถึงอาจใช้สร้างสารชนิดอื่นได้ เราเรียกแบคทีเรียในกลุ่มนี้ว่าเคโมออโตโทรป หรือ ลิโทออโตโทรป (chemoautotrophs ; lithoautotrophs หรือ lithothrophs) เช่นเช่นสารประกอบไนโตรเจนในกลุ่มไนตริฟายอิงแบคทีเรีย (nitrifying bacteria) ซึ่งทำให้สามารถใช้สารที่มีองค์ประกอบของไนโตรเจนเช่น แก๊สไนโตรเจนในการสร้างให้เป็นสารอื่น ๆ ที่ใช้ประโยชน์ได้ต่อไปในพืชเช่นเกลียวแอมโมเนียม หรือสารประกอบไนเตรท ในการดำรงชีวิตต่อไป แบคทีเรีย หรือแบคทีเรียโบราณ (achaea) ที่สามารถใช้สารประกอบในกลุ่มกำมะถัน (sulphur bacteria) เช่นแก๊สไฮโดรเจนไดซัลไฟด์ (hydrogen disulphide) เพื่อใช้ในการสร้างพลังงาน และเปลี่ยนให้เป็นสารจำพวกซัลเฟตได้

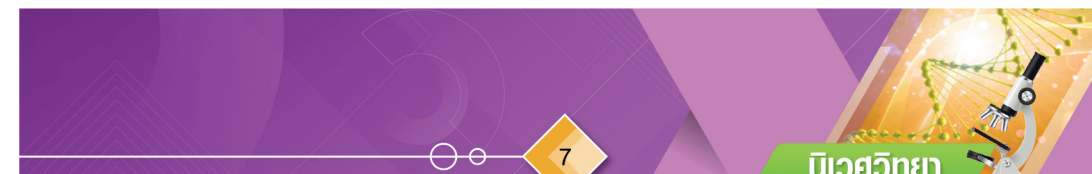


การสร้างพลังงานของออโตโทรป

2. สิ่งมีชีวิตที่ต้องได้รับอาหารจากสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ หรือเฮเทอโรโทรป (heterotrophs) เป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถแปรสภาพสารอินทรีย์ที่ได้รับ ทั้งในรูปสารอินทรีย์อิสระ หรือสารอินทรีย์ที่เป็นโครงสร้าง จากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นในการสร้างพลังงาน และใช้เพื่อการดำรงชีวิต โดยอาจสร้างสารอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตหรืออาจเป็นของเสียที่ต้องกำจัดทิ้งจากร่างกาย และอาจถ่ายทอดสู่สิ่งมีชีวิตอื่นต่อไปได้



การรับพลังงานของเฮเทอโรโทรป



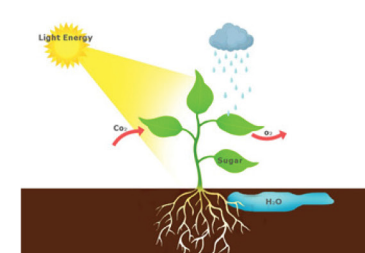
นิเวศวิทยา

เราสามารถจำแนกประเภทขององค์ประกอบของระบบนิเวศในทางชีวภาพได้เป็น 3 ระดับตามระดับการกินอาหาร ภายในระบบนิเวศ (trophic level) ได้แก่

1. ผู้ผลิต (producer) เป็นสิ่งมีชีวิตในระดับต้น ๆ ของระบบนิเวศ ซึ่งสมบัติของผู้ผลิตที่สำคัญคือผู้ผลิต จะมีความสามารถในการสร้างอาหารได้ด้วยตนเอง (มีความเป็น autotrophs) เช่น แบคทีเรียไนตริฟายอิง (nitrifying bacteria) หรือพืชต่าง ๆ โดยอาจอาศัยอยู่เดี่ยว ๆ (isolated) หากอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตเดียวสามารถ

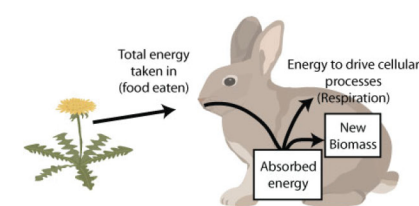


ภาพสาหร่ายเคลป์ซึ่งเป็นตัวอย่างของผู้ผลิต



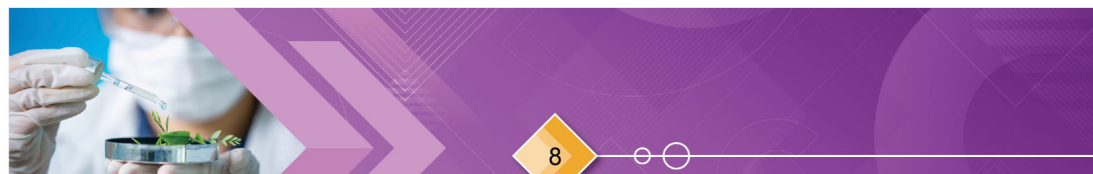
แผนภาพแสดงเมแทบอลิซึมของผู้ผลิตในระบบนิเวศ

สร้างหรืออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมอยู่แล้วได้ หรืออาจมีการอยู่ร่วมกันหลายชนิดเป็นกลุ่ม (consortium) เนื่องจากจำเป็นต้องพึ่งพาอาศัยต่อกัน จากความสามารถในการสร้างหรือปรับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันไปในแต่ละชนิดได้ ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ผลิต เช่นพืชสาหร่าย โปรโตซัวและแบคทีเรียบางชนิด



ภาพอธิบายการดำรงชีพของผู้บริโภค

2. ผู้บริโภค (consumer) คือสิ่งมีชีวิตที่สามารถดำรงชีวิตได้จากการกินสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นซึ่งมีการปลดปล่อยพลังงานแฝงในรูปพลังงานเคมีที่กักเก็บเป็นโครงสร้างของสิ่งมีชีวิต ซึ่งในผู้บริโภคเองสามารถย่อยและนำพลังงานและสารที่เกิดจากการย่อยนั้นไปใช้ได้



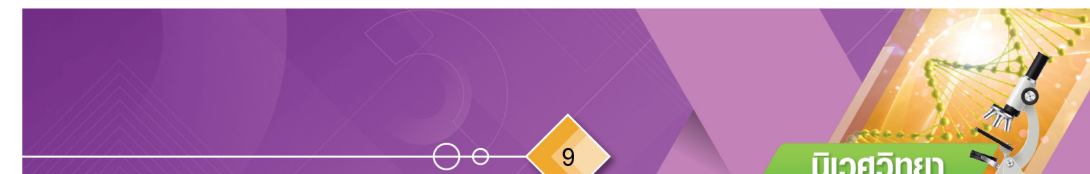
ผู้บริโภคสามารถจัดประเภทได้ 3 ประเภท ตามชนิดของอาหารที่กินได้แก่

1. **ผู้บริโภคพืช หรือผู้บริโภคขั้นต้น (herbivores ; primary consumer)** เป็นสิ่งมีชีวิตที่กินพืชเป็นอาหาร เช่นแพลงก์ตอนสัตว์ แมลงกินพืช กระต่าย ม้า โค ช้าง จะเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีการบริโภคและได้รับพลังงานจากผู้ผลิตในระบบนิเวศโดยตรง โดยระบบการย่อยของสิ่งมีชีวิตชนิดนี้ มักต้องมีการอาศัยการหมักย่อยภายในทางเดินอาหาร ร่วมกับจุลชีพที่รวมกลุ่มกัน (microbial consortium) ในทางเดินอาหาร เนื่องจากส่วนมากแล้วสัตว์มักไม่มีเอนไซม์ความสามารถในการย่อยโครงสร้างของพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพมากนัก จึงต้องอาศัยกิจกรรมและเอนไซม์ย่อยจากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นร่วมด้วย ซึ่งผู้บริโภคในขั้นนี้ เรามักเรียกว่าผู้บริโภคขั้นปฐมภูมิ (primary consumer) เนื่องจากได้พลังงานจากผู้ผลิตโดยตรง และเป็นผู้บริโภคในขั้นต้นในระบบนิเวศ

2. **ผู้บริโภคสัตว์ (carnivores)** เป็นสิ่งมีชีวิต ที่มีการได้รับพลังงาน จากการกินสัตว์และมีความสามารถในการย่อยเนื้อสัตว์ และปลดปล่อยพลังงานออกมาจากโครงสร้างที่เป็นแหล่งโปรตีน ไขมัน และ คาร์โบไฮเดรตที่มีอยู่ในสัตว์ที่บริโภคเข้าไป ผู้บริโภคสัตว์บางชนิด จะมีพฤติกรรมล่าและฆ่าสัตว์ชนิดอื่น เพื่อเป็นอาหาร เราเรียกผู้บริโภคลักษณะนี้ว่านักล่า (predators) ได้แก่ เสือ สิงโต ฉลาม หมาป่า งู

3. **ผู้บริโภคทั้งสัตว์ทั้งพืช (omnivores)** เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความจำเป็นที่จะต้องได้รับสารอาหารจากทั้งพืชและสัตว์ เนื่องจากขาดเอนไซม์ในการสังเคราะห์วิตามินบางอย่าง จากเนื้อสัตว์โดยตรงได้อย่างเช่นในผู้บริโภคสัตว์ อาจมีความต้องการวิตามินบางอย่างมากเป็นพิเศษ จึงมีความจำเป็นต้องได้รับวิตามินนั้นจากการบริโภคพืชบางชนิด

ผู้บริโภคสัตว์บางชนิด จะเลือกกินอาหารที่เหลือจากการฆ่าโดยผู้บริโภคสัตว์ที่เป็นนักล่า ได้แก่แร้ง ไฮยีนา แรคคูน เราเรียกว่าสัตว์กินซากสัตว์ (scavengers) ซึ่งสัตว์กินซากสัตว์เหล่านี้มีความสำคัญในระบบนิเวศ โดยการกินเศษซากที่เหลือจากนักล่า ซึ่งเศษซากที่เหลือ และมูลของสัตว์กินซากสัตว์เหล่านี้ สามารถก่อให้เกิดการย่อยสลายและหมุนเวียนแร่ธาตุกลับและปลดปล่อยพลังงานออกสู่ระบบนิเวศได้ง่ายขึ้น ซึ่งผู้บริโภคสัตว์ และผู้บริโภคทั้งสัตว์ทั้งพืชนี้จัดอยู่ในกลุ่มประเภทผู้บริโภคขั้นทุติยภูมิ (secondary consumer) เนื่องจากต้องมีการกินผู้บริโภคขั้นปฐมภูมิในการดำรงชีวิต

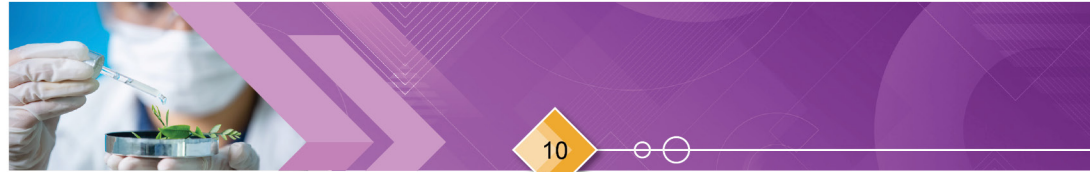


3. **ผู้ย่อยสลาย หรือผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ (decomposers)** เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทในการย่อยอินทรีย์สารที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างของสิ่งมีชีวิต ให้กลายเป็นสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบมูลฐานเช่นคาร์บอน ออกซิเจน ไนโตรเจน กำมะถัน ฟอสฟอรัส เพื่อหมุนเวียนกลับสู่สิ่งแวดล้อม และปลดปล่อยพลังงานส่วนที่เหลือจากสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้วออกสู่สิ่งแวดล้อมโดยรอบ ซึ่งเราสามารถแบ่งผู้ย่อยสลาย ได้ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. **สัตว์กินซาก หรือผู้บริโภคซากอินทรีย์ (detrivores)** จะเป็นสิ่งมีชีวิต ที่ทำหน้าที่ในการกินซากพืชหรือสัตว์ที่ตายแล้วเป็นอาหาร เพื่อลดขนาดของอนุภาคทำให้เกิดการย่อยสลายได้ดียิ่งขึ้นในระบบนิเวศโดยมักย่อยสลายสารเป็นโมเลกุลเล็ก ๆ ได้สมบูรณ์ขึ้น โดยผู้กินซากจะเลือกกินสารจำพวกอินทรีย์วัตถุ (organic matter) ทั้งหลายให้มีขนาดเล็กลง และเปลี่ยนรูปให้เป็นสารอินทรีย์ เช่นไส้เดือน หนอน ปู

2. **แซโพรไฟต์ (saprophytes)** เป็นสิ่งมีชีวิต จำพวกเห็ด รา แบคทีเรีย และจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่สามารถปล่อยน้ำย่อยหรือเอนไซม์ออกมาย่อย อินทรีย์วัตถุ และสารอินทรีย์ที่อยู่ภายนอกลำตัว เพื่อให้มันเข้าสู่เซลล์หรือโครงสร้างและนำสารเหล่านั้นไปใช้เพื่อดำรงชีวิต ซึ่งสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้จะมียบทบาทเป็นสำคัญอย่างมากในการช่วยหมุนเวียนสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานคืนกลับสู่ระบบนิเวศ ซึ่งพร้อมให้ผู้ผลิต สามารถนำสารเคมีเหล่านั้นกลับไปเป็นวัตถุดิบได้ใหม่ในรูปของสารอินทรีย์และอนินทรีย์ได้

นอกจากนี้แซโพรไฟต์ยังสามารถปลดปล่อยพลังงานที่เหลือในสารอินทรีย์และอินทรีย์วัตถุเหล่านี้ ให้กลายเป็นความร้อน ออกไปยังสิ่งแวดล้อมรอบตัวอีกด้วย

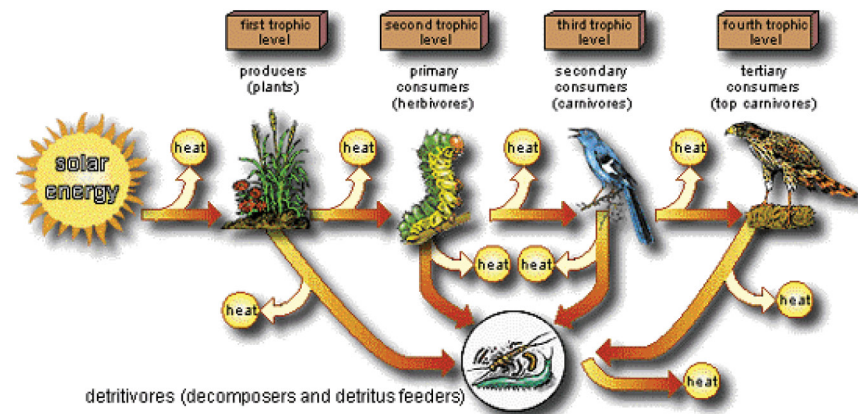


10



ภาพกลุ่มผู้ย่อยสลายในระบบนิเวศ

ประสิทธิภาพในการถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังอีกสิ่งมีชีวิตหนึ่งในห่วงโซ่อาหาร จะสามารถถ่ายทอดได้เพียง 10 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานที่เกิดจากการบริโภคสิ่งมีชีวิตที่ระดับการกินที่ต่ำกว่าเท่านั้น ตามกฎ 10 เปอร์เซ็นต์ (Law of ten percent) ซึ่งอธิบายโดยเรย์มอนด์ ลินเดแมน (Raymond Lindeman) เมื่อ ค.ศ. 1942



แผนภาพแสดงการถ่ายทอดพลังงานตามระดับการกิน ที่มีพลังงานบางส่วนสูญเสียไป



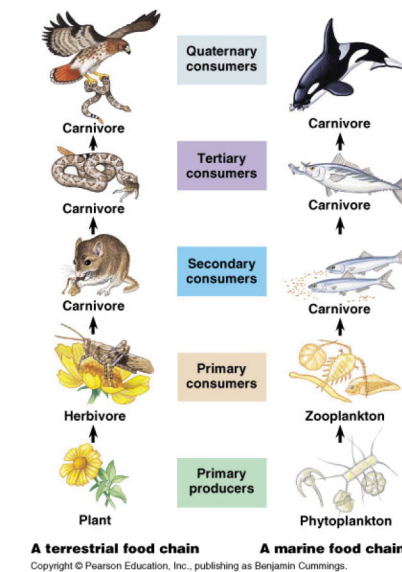
11

นิเวศวิทยา



การถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนแร่ธาตุและสารเคมีในระบบนิเวศ

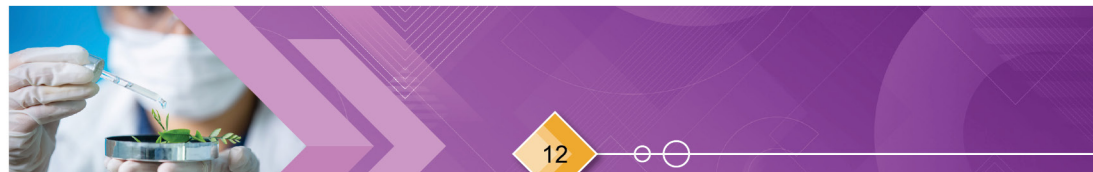
จากการจำแนกชนิดของสิ่งมีชีวิตที่กล่าวถึงในตอนต้นทำให้เราได้เห็นว่าการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ สามารถได้รับพลังงาน และสารเคมีได้ด้วยวิธีที่ต่างกัน ตามระดับในระบบนิเวศ และวิธีการที่ได้รับพลังงานและสารเคมีที่จำเป็นต่อการดำรงชีพ ซึ่งเราสามารถแสดงทิศทางของการถ่ายทอดพลังงาน และแร่ธาตุ หรือสารเคมีในระบบนิเวศได้ ในหลาย ๆ รูปแบบ โดยมี 2 รูปแบบที่เรามักใช้กันเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตภายในระบบนิเวศได้ ได้แก่



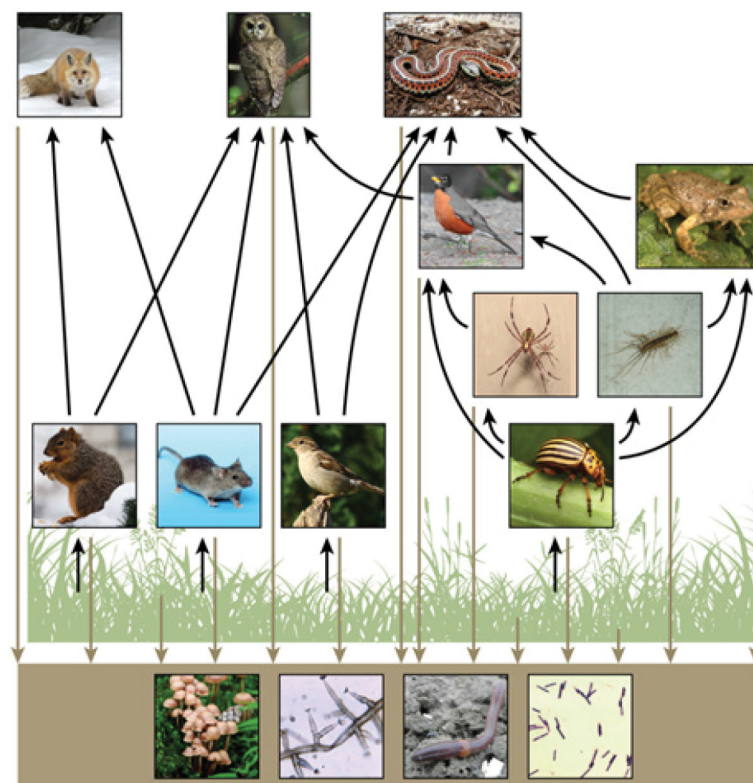
ภาพแสดงตัวอย่างแผนภาพห่วงโซ่อาหาร

1. โซ่อาหาร หรือห่วงโซ่อาหาร (food chain) เป็นการแสดงลำดับขั้นของการถ่ายทอดพลังงานและสารเคมีภายในระบบนิเวศในรูปของแผนภาพของการบริโภคของโซ่อาหารหนึ่ง ๆ ไปจนถึงผู้บริโภคขั้นสูงสุด ซึ่งถ่ายทอดออกมาเป็นแผนภาพ ที่มีโฟกัสตั้งต้นเป็นผู้บริโภคชนิดเดียวไล่ลำดับขั้นการถ่ายทอดพลังงานและสารเคมีหรือการบริโภค ไปตามลำดับขั้นภายในระบบนิเวศ ตามลำดับการบริโภคได้ดังนี้

ผู้ผลิต - ผู้บริโภคขั้นปฐมภูมิ - ผู้บริโภคขั้นทุติยภูมิ - ... - ผู้ล่าลำดับสูงสุด

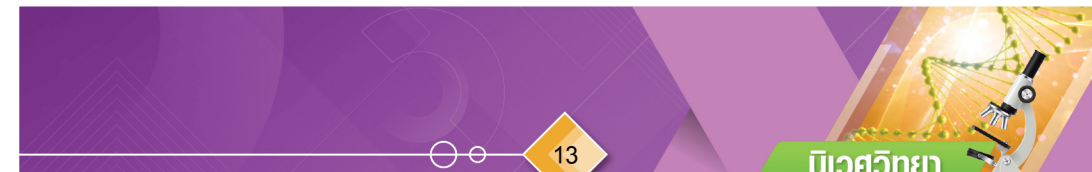


12



แสดงตัวอย่างภาพสายใยอาหาร

ระบบที่มีความสมดุลมากบางครั้งเราจะเห็นความซับซ้อนภายในระบบค่อนข้างสูง เนื่องจากสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีผลต่อสมดุล ทางด้านพลังงานและสารเคมีที่แตกต่างกัน



13

นิเวศวิทยา



วัฏจักรของแร่ธาตุ

ในระบบนิเวศ จะมีสารเคมีในส่วนสภาพแวดล้อมทางกายภาพและเคมี ซึ่งมีความสำคัญในการเป็นวัตถุดิบ ในการสร้างพลังงานและสารอาหาร ในสิ่งมีชีวิตบางจำพวกที่มีลักษณะเป็นออโตโทรป หรือพวกที่สร้างอาหารด้วยตนเองได้ ซึ่งสารเหล่านี้อาจมีอยู่ในธรรมชาติ ทั้งในดิน ในอากาศ หรือในน้ำ และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติบางชนิดเช่นฟ้าผ่า ก็อาจเป็นการช่วยเหลือซึ่งสารบางชนิดเช่นไนโตรเจนให้ลงสู่พื้นดินมากขึ้น

แต่เมื่อสิ่งมีชีวิตนำแร่ธาตุเหล่านี้ไปใช้เพื่อเป็นปัจจัยในการเติบโต หากแร่ธาตุเหล่านี้ไม่กลับคืนสู่ธรรมชาติ ภายหลังจากสิ่งมีชีวิตตายลง ปริมาณแร่ธาตุเหล่านี้ในระบบนิเวศที่มีอยู่จำกัดก็อาจจะไม่พอต่อการสนับสนุนให้เกิดสิ่งมีชีวิตขึ้นใหม่ได้อีก การหมุนเวียนแร่ธาตุเป็นวัฏจักร จึงมีความสำคัญในระบบนิเวศเป็นอย่างมาก ซึ่งการหมุนเวียนนี้อาจเกิดขึ้นภายในระบบนิเวศระบบเดียว หรือมีการเคลื่อนย้ายระหว่างระบบนิเวศได้



วัฏจักรของน้ำ

น้ำเป็นสารเคมีที่สำคัญในสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึมในสิ่งมีชีวิต โดยน้ำจะมีการเข้าและออกภายในระบบร่างกายของสิ่งมีชีวิตเกือบตลอดเวลา และการเข้าและออกอาจทำให้น้ำเคลื่อนที่จากแหล่งหนึ่งและไปออกที่อีกแหล่งหนึ่ง ซึ่งหากไม่มีการหมุนเวียนน้ำ น้ำที่มีความสะอาดมากพอต่อการบริโภคอาจไม่พอเพียงต่อสิ่งมีชีวิตภายในระบบนิเวศ

วัฏจักรของน้ำ คือ การหมุนเวียนของน้ำภายในระบบนิเวศ ซึ่งเป็นการหมุนเวียนที่ทำให้น้ำที่ระจิดกระจายอยู่ในระบบนิเวศนั้นมีการรวบรวม อยู่ในสถานที่ที่มีความเหมาะสม นอกจากนี้วัฏจักรของน้ำยังมีส่วนทำให้น้ำที่ใช้ในการบริโภคของสิ่งมีชีวิตนั้นเกิดความสะอาดและบริสุทธิ์มากขึ้นจากการไหลผ่านชั้นต่างๆ ของดินและหิน รวมทั้งการระเหยเกิดกลายเป็นไอน้ำก่อนจะตกลงมาเป็นน้ำฝน จากการกลั่นตัวในชั้นบรรยากาศโดยแหล่งน้ำขนาดใหญ่อย่างมหาสมุทร ได้รับความร้อนและระเหยออก รวมทั้งการหายใจเอาไอน้ำออกทั้งในพืชและสัตว์ รวมทั้งจากการต้มน้ำต่าง ๆ ในบ้านหรือโรงงาน ไอน้ำจะระเหยสู่ชั้นบรรยากาศและควบแน่นเมื่อสัมผัสกับลมและความเย็นจะกลายเป็นเมฆ เมื่อรวมตัวมากเข้าความเย็นด้านบนชั้นบรรยากาศ จะทำการควบแน่น (condensation) และจะตกลงมาเป็นฝน ลูกเห็บ หรือหิมะขึ้นกับสภาพอากาศ ซึ่งน้ำจะไหลจากลำธาร ที่ลำเลียงน้ำจากแอ่งต่าง ๆ รวมกับลำน้ำอื่น ๆ จนมีขนาดใหญ่ขึ้นและไหลลงสู่มหาสมุทรในที่สุด