

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน

วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง

ผศ. ดร.ชาติรี เกิดธรรม

ผู้ตรวจ

พชรมน นวลดี

วิจิตต์ มากมีทรัพย์

กนกวรรณ ไสวรรณรัตน์

บรรณาธิการ

ดร.กิตติชัย อุดมศักดิ์ศรี

พิมพ์ครั้งที่ 1

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

ISBN : 978-616-7768-42-7

ปีที่พิมพ์ 2563 จำนวนที่พิมพ์ 5,000 เล่ม



สสส.
สำนักงานส่งเสริมสุขภาพ
และป้องกันโรคแห่งชาติ
กระทรวงสาธารณสุข 10150 กรุงเทพฯ

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย

บริษัท สร้างสรรค์สื่อเพื่อการเรียนรู้ (สสร.) จำกัด

1518/7 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

โทรศัพท์ : 0-2587-7972, 0-2586-0948, 0-2587-9322-26

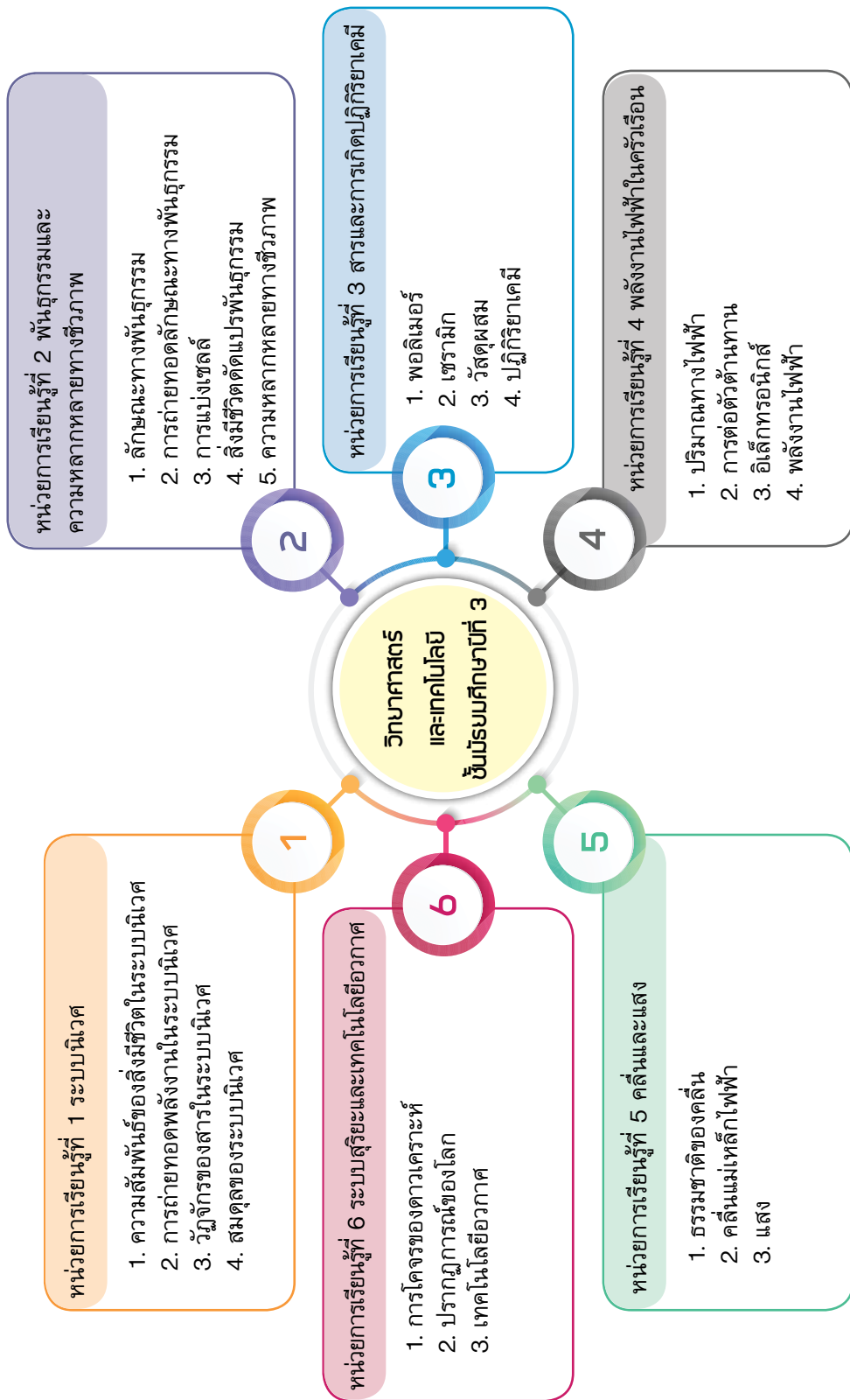
โทรสาร : 0-2044-4472

Email : ssr1081009@yahoo.com



ผังมโนทัศน์

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



คำนำ

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่มนี้ จัดทำขึ้นโดยยึดตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับมีทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิวิจารณ์ มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด

การศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทักษะทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานทั้ง 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการคำนวณ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ ดังนั้น การศึกษาวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง รู้เท่าทันเทคโนโลยีการสื่อสารที่เจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ อย่างรวดเร็วในโลกยุคโลกาภิวัตน์

บริษัท สร้างสรรค์สื่อเพื่อการเรียนรู้ (สสร.) จำกัด หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่มนี้ มีการนำเสนอเนื้อหาที่สอดคล้องกับกิจกรรมบูรณาการที่หลากหลาย จะเป็นเครื่องมือช่วยให้ครูและผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) บรรลุเป้าหมายด้านการเรียนวิทยาศาสตร์ และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บริษัท สร้างสรรค์สื่อเพื่อการเรียนรู้ (สสร.) จำกัด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ระบบนิเวศ

1



1. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 3
2. การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ 13
3. วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ 19
4. สมดุลของระบบนิเวศ 23

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

พันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ

29



1. ลักษณะทางพันธุกรรม 31
2. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 37
3. การแบ่งเซลล์ 44
4. สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม 50
5. ความหลากหลายทางชีวภาพ 61

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

สารและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

71



1. พอลิเมอร์ 73
2. เซรามิก 84
3. วัสดุผสม 88
4. ปฏิกิริยาเคมี 92

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

พลังงานไฟฟ้าในครัวเรือน

115



1. ปริมาณทางไฟฟ้า 117
2. การต่อตัวต้านทาน 129
3. อิเล็กทรอนิกส์ 136
4. พลังงานไฟฟ้า 149

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

คลื่นและแสง

159



1. ธรรมชาติของคลื่น 161
2. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 167
3. แสง 172

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

ระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ

193



1. การโคจรของดาวเคราะห์ 195
2. ปรากฏการณ์ของโลก 200
3. เทคโนโลยีอวกาศ 211

บรรณานุกรม

227

1

ระบบนิเวศ



มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

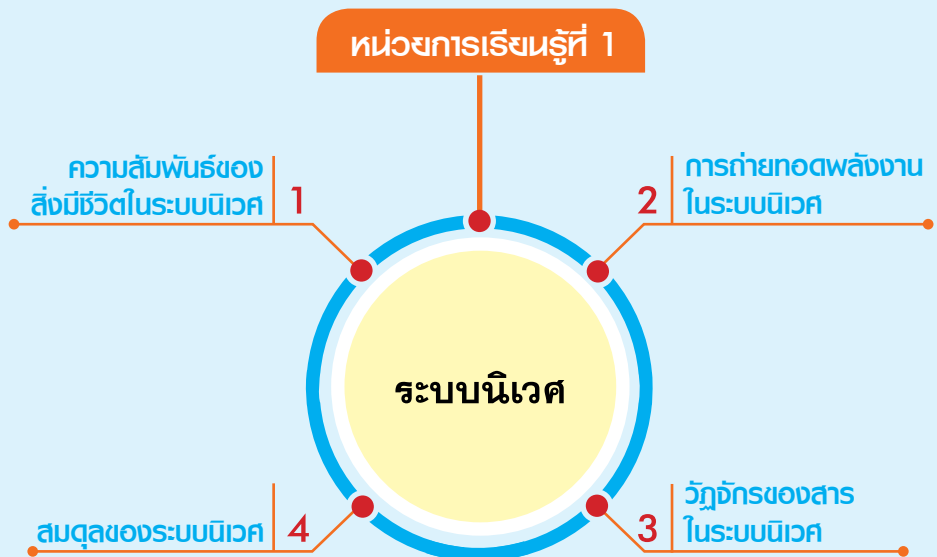
1. อธิบายปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศที่ได้จากการสำรวจ (มฐ. ว 1.1 ม.3/1)
2. อธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตรูปแบบต่าง ๆ ในแหล่งที่อยู่เดียวกันที่ได้จากการสำรวจ (มฐ. ว 1.1 ม.3/2)
3. สร้างแบบจำลองในการอธิบายการถ่ายทอดพลังงานในสายใยอาหาร (มฐ. ว 1.1 ม.3/3)
4. อธิบายความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศ (มฐ. ว 1.1 ม.3/4)
5. อธิบายการสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหาร (มฐ. ว 1.1 ม.3/5)
6. ตระหนักถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศ โดยไม่ทำลายสมดุลของระบบนิเวศ (มฐ. ว 1.1 ม.3/6)

สาระสำคัญ

ระบบนิเวศประกอบด้วยองค์ประกอบที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต โดยที่องค์ประกอบเหล่านี้มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม และมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ภาวะอิงอาศัย ภาวะพึ่งพากัน ภาวะการได้ประโยชน์ร่วมกัน ภาวะปรสิต ภาวะล่าเหยื่อ

กลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแบ่งตามหน้าที่ได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ สิ่งมีชีวิตทั้ง 3 กลุ่มนี้มีความสัมพันธ์กัน โดยพลังงานจะถูกถ่ายทอดจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคตามลำดับ และสุดท้ายคือ ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ ในรูปแบบสายใยอาหารที่ประกอบด้วยโซ่อาหารหลายโซ่ที่สัมพันธ์กันในการถ่ายทอดพลังงานในโซ่อาหาร พลังงานที่ถูกถ่ายทอดไปจะลดลงเรื่อย ๆ ตามลำดับของการบริโภค และในการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศอาจทำให้มีสารพิษสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตได้ จึงจำเป็นที่จะต้องดูแลรักษาระบบนิเวศให้เกิดความสมดุลตลอดไป

แผนผังสาระการเรียนรู้



1

ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

สภาพแวดล้อมในแต่ละท้องถิ่นจะมีความหลากหลาย เช่น มีสภาพเป็นที่ราบลุ่ม ที่ราบสูง ป่าชายเลน ป่าไม้ ภูเขา ทะเล ซึ่งในสภาพแวดล้อมหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยองค์ประกอบที่มีชีวิต เช่น พืช สัตว์ จุลินทรีย์ และองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต เช่น แสง น้ำ อุณหภูมิ แร่ธาตุ แก๊ส ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม เช่น พืชต้องการแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แสง และน้ำ ในการสร้างอาหาร พืชเป็นแหล่งอาหาร และเป็นที่อยู่อาศัยของแมลงหลายชนิด นกกินแมลงเป็นอาหาร กัลวี่ไม้ และไลเคน อาศัยเกาะที่เปลือกของต้นไม้ใหญ่ พืชและสัตว์ที่ตายแล้วถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ กลายเป็นส่วนหนึ่งของดิน สัตว์ต้องการอาหารและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการดำรงชีวิต เช่น อุณหภูมิ ความชื้น

1.1 ลักษณะของระบบนิเวศ

กลุ่มสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่มีปฏิสัมพันธ์กันในแหล่งที่อยู่เดียวกันแหล่งใดแหล่งหนึ่ง เรียกว่า **ระบบนิเวศ (ecosystem)** ระบบนิเวศเป็นหน่วยที่สำคัญที่สุดในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากประกอบไปด้วยสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดมีการแลกเปลี่ยนสารและพลังงานกับสิ่งแวดล้อม โดยผ่านโซ่อาหาร (food chain) มีลำดับของการกินเป็นทอด ๆ ทำให้สารต่าง ๆ มีการหมุนเวียนไปใช้ในระบบ จนเกิดเป็นวัฏจักร ทำให้มีการถ่ายทอดพลังงานไปตามลำดับขั้นเป็นช่วง ๆ ในโซ่อาหารได้ ระบบนิเวศมีหลายลักษณะ เช่น ระบบนิเวศป่าชายเลน ระบบนิเวศนาข้าว ระบบนิเวศแนวปะการัง ระบบนิเวศเชิงเขา



ป่าชายเลน



นาข้าว



แนวปะการัง



เชิงเขา



กิจกรรมที่ 1 สำรวจระบบนิเวศ

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศ

คำชี้แจง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาความสัมพันธ์ของระบบนิเวศ

อุปกรณ์

- | | |
|-------------------|-----------------------------------|
| 1. สมุดบันทึก | 2. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ |
| 3. เทอร์มอมิเตอร์ | 4. เซคิติดิสก์ (secchi disc) |
| 5. กล้องจุลทรรศน์ | 6. แวนชยาย |

วิธีการทดลอง

- แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วแบ่งพื้นที่ วางแผนและสำรวจระบบนิเวศในโรงเรียนหรือชุมชนใกล้เคียงในบริเวณต่าง ๆ เช่น สระน้ำ บ่อน้ำ แปลงเกษตร สวนธรรมชาติ ป่าชายเลน ป่าพรุ นาข้าว หรืออื่น ๆ โดยแต่ละกลุ่มเลือกไม่ซ้ำบริเวณกัน
 - ศึกษารายละเอียดของสิ่งไม่มีชีวิตในบริเวณที่สำรวจ ดังนี้
 - อุณหภูมิที่ผิวน้ำและผิวดิน โดยใช้เทอร์มอมิเตอร์
 - ความเป็นกรด-เบสของแหล่งน้ำและพื้นดิน โดยใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์
 - แสงสว่างในแหล่งน้ำและพื้นดิน โดยใช้เซคิติดิสก์ (secchi disc)
 - ศึกษารายละเอียดของสิ่งมีชีวิตในบริเวณที่สำรวจ ดังนี้
 - บันทึกชื่อ ชนิด จำนวน ลักษณะรูปร่าง และแหล่งที่พบทั้งบนบกและในน้ำ สำหรับในน้ำให้ตักน้ำไปศึกษารายละเอียดโดยใช้แว่นขยายหรือกล้องจุลทรรศน์
 - สังเกตและบันทึกพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตที่พบ
- ทุกกลุ่มนำเสนอข้อมูลและอภิปรายร่วมกัน เพื่อหาข้อสรุปว่าระบบนิเวศมีองค์ประกอบเป็นอย่างไรบ้าง



คำถามท้ายกิจกรรม

- กลุ่มของนักเรียนเลือกสำรวจบริเวณใดและผลการสำรวจเป็นอย่างไรบ้าง
- กลุ่มของนักเรียนพบสิ่งมีชีวิตชนิดใดมากที่สุดและชนิดใต้น้อยที่สุด เพราะเหตุใด
- ผลที่ได้จากการสำรวจในแต่ละกลุ่มเหมือนกันหรือไม่ เพราะเหตุใด
- ผลจากการสำรวจระบบนิเวศของทุกกลุ่ม สรุปได้ว่าระบบนิเวศมีองค์ประกอบอย่างไร
- องค์ประกอบของระบบนิเวศที่ได้จากการสำรวจมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างไร
- สิ่งมีชีวิตที่พบในบริเวณที่สำรวจมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

1.2 องค์ประกอบของระบบนิเวศ

การจำแนกองค์ประกอบของระบบนิเวศ โดยทั่วไปประกอบด้วยองค์ประกอบที่มีชีวิต (biotic component) และองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต (abiotic component)

1.2.1 องค์ประกอบที่มีชีวิต (biotic component) ในระบบนิเวศขององค์ประกอบที่มีชีวิตจะมีบทบาทและหน้าที่ที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้



1) ผู้ผลิต (producer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้ ได้แก่ พืชสีเขียว แพลงก์ตอนพืช และแบคทีเรียบางชนิด



2) ผู้บริโภค (consumer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ ต้องได้รับพลังงานจากการกินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร โดยอาจจะกินพืชหรือกินสัตว์เป็นอาหาร ได้แก่ มนุษย์ สัตว์ ซึ่งผู้บริโภคแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

2.1) ผู้บริโภคที่กินเฉพาะพืชเป็นอาหาร เรียกว่า สิ่งมีชีวิตกินพืช (herbivore) เช่น วัว ควาย ช้าง ม้า กระต่าย หนอน



รูปที่ 1.2 วัวและช้างกินพืชเป็นอาหาร



2.2) ผู้บริโภคที่กินเฉพาะสัตว์เป็นอาหาร เรียกว่า สิ่งมีชีวิตกินสัตว์ (carnivore) เช่น เสือ สิงโต เหยี่ยว นกเค้าแมว กบ คางคก

รูปที่ 1.3 สิงโตและเสือกินสัตว์เป็นอาหาร

2.3) ผู้บริโภคที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร เรียกว่า สิ่งมีชีวิตกินพืชและสัตว์ (omnivore) เช่น คน เป็ด ไก่ หมูควาย สุนัข แมว



รูปที่ 1.4 หมูควายและสุนัขกินพืชและสัตว์เป็นอาหาร



2.4) ผู้บริโภคที่กินซากพืชซากสัตว์เป็นอาหาร เรียกว่า สัตว์กินซาก (scavenger) เช่น นกแร้ง ไส้เดือนดิน มด กิ้งกือ ปลวก ไชยีน้า ปู

รูปที่ 1.5 ไชยีน้าและนกแร้งกินซากสัตว์เป็นอาหาร

3) **ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ (decomposer)** เป็นสิ่งมีชีวิตที่ผลิตเอนไซม์ออกมาย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้วให้กลายเป็นโมเลกุลขนาดเล็กในรูปของสารอาหาร เพื่อดูดซึมไปใช้เป็นสารอาหารบางส่วน และส่วนที่เหลือปล่อยกลับสู่สิ่งแวดล้อมเพื่อให้ผู้ผลิตสามารถนำไปใช้ใหม่ได้ เช่น แบคทีเรีย เห็ด รา ยีสต์



เห็ด



รา

รูปที่ 1.6 เห็ดและราเป็นผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์

1.2.2 องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต (abiotic component) เป็นความสัมพันธ์กับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีความสำคัญที่ทำให้เกิดความสมดุลของระบบนิเวศ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) สารอนินทรีย์ (inorganic) เป็นสารที่ได้จากธรรมชาติ ประกอบด้วยแร่ธาตุและสารอนินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในเซลล์สิ่งมีชีวิต เช่น คาร์บอน แก๊สออกซิเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ซึ่งสารเหล่านี้มีการหมุนเวียนอยู่ในระบบนิเวศ

2) สารอินทรีย์ (organic) เป็นสารที่ได้จากสิ่งมีชีวิต เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และซากของสิ่งมีชีวิตที่เน่าเปื่อยทับถมกัน

3) ปัจจัยทางกายภาพ (physical factor) เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งอาจทำให้การดำรงชีวิตแตกต่างกัน เช่น อุณหภูมิ แสง ความชื้น อากาศ น้ำ ดิน และภูมิอากาศ

องค์ประกอบที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตจะมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม เช่น พืชต้องการแสง น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการสร้างอาหาร สัตว์ต้องการอาหารและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการดำรงชีวิต



ดอกคูนหายตื่นสายบานเมื่อได้รับแสง



กบอาศัยบนใบบัว

รูปที่ 1.7 ปฏิสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม



รู้ไว้ใช้ว่า

หม้อข้าวหม้อแกงลิง มีบทบาทเป็นผู้ผลิตเหมือนกับพืชทั่วไป แต่พืชชนิดนี้มีส่วนปลายของใบที่สามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นกับดักแมลงหรือสัตว์เล็ก ๆ ซึ่งจะมีเอนไซม์ออกมาย่อยสลายแมลงหรือสัตว์เล็ก ๆ ที่ตกลงไปและดูดซึมแร่ธาตุจำเป็นบางอย่างไปใช้ในการเจริญเติบโต





กิจกรรมที่ 2 บทบาทของสิ่งมีชีวิต

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถศึกษาและอธิบายบทบาทของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในระบบนิเวศ

คำชี้แจง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาบทบาทของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในระบบนิเวศ

อุปกรณ์

1. รูปภาพสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ
2. กระดาษแข็ง
3. กาว
4. กรรไกร

วิธีการทดลอง

1. ให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันนำภาพสัตว์และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ และอุปกรณ์ที่เตรียมไว้มาทำเป็นบัตรภาพสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ

2. แบ่งกลุ่มสิ่งมีชีวิตจากบัตรภาพสิ่งมีชีวิตตามบทบาทต่อไปนี้

- 1) บทบาทผู้ผลิต (producer)
- 2) บทบาทผู้บริโภค (consumer) ประเภทต่าง ๆ
 - สิ่งมีชีวิตกินพืชเป็นอาหาร (herbivore)
 - สิ่งมีชีวิตกินสัตว์เป็นอาหาร (carnivore)
 - สิ่งมีชีวิตกินพืชและสัตว์เป็นอาหาร (omnivore)
 - สัตว์กินซากเป็นอาหาร (scavenger)
- 3) บทบาทผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ (decomposer)



สิงโต



สุนัขจิ้งจอก



เหยี่ยว



เสือดำ



ปลา



หนู



ม้าลาย



งู



ไก่



หอยทาก



ตั๊กแตน



ผีเสื้อ



เต่า



เห็ด



ต้นไผ่



ดอกบัว



กวาง



กระต่าย



หมาป่า



ต้นข้าว



ต้นหญ้า



แคที่เรีย



นกเค้าแมว



กบ



หมีควาย



ต้นกาบหอยแครง



ต้นกล้วย



ต้นหม้อข้าว
หม้อแกงลิง

รูปที่ 1.8 ตัวอย่างบัตรภาพสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ



คำถามท้ายกิจกรรม

1. สิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทเป็นผู้ผลิตมีอะไรบ้าง
2. สิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทเป็นผู้บริโภคประเภทต่าง ๆ มีอะไรบ้าง
3. สิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทเป็นผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์มีอะไรบ้าง
4. ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอื่นอย่างไร
5. ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร



1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่อาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งที่อยู่เดียวกัน ในช่วงเวลาเดียวกัน เรียกว่า **ประชากร (population)** กลุ่มสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยประชากรของสิ่งมีชีวิตหลาย ๆ ชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งที่อยู่เดียวกัน ในแต่ละแหล่งที่อยู่อาศัย กลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่เดียวกันจะมีความสัมพันธ์กัน และสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิตในบริเวณนั้น สิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ภาวะอิงอาศัย ภาวะพึ่งพากัน ภาวะการได้ประโยชน์ร่วมกัน ภาวะปรสิต ภาวะล่าเหยื่อ

1.3.1 ภาวะอิงอาศัย (commensalism : +, o) เป็นความสัมพันธ์ที่สิ่งมีชีวิต 2 ชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกัน โดยชนิดหนึ่งได้ประโยชน์แต่เพียงฝ่ายเดียว อีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ เช่น เفن หรือ กล้วยไม้เกาะติดกับต้นไม้ใหญ่ ปลาดลามกับเหาฉลาม เปรียงหินที่เกาะบนกระดองเต่าหรือแมงดาทะเล



รูปที่ 1.9 ความสัมพันธ์แบบภาวะอิงอาศัย

1.3.2 ภาวะพึ่งพากัน (mutualism : +, +) เป็นความสัมพันธ์ที่สิ่งมีชีวิต 2 ชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกัน โดยต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์ ถ้าแยกจากกันจะเกิดผลกระทบต่อการดำรงชีวิต เช่น ไลเคน ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างรากกับสาหร่าย โดยรากให้ความชื้น ส่วนสาหร่ายช่วยสังเคราะห์อาหาร หรือไมคอร์ไรซา เป็นความสัมพันธ์ระหว่างรากกับรากพืช โดยพืชจะสร้างอาหารและเป็นที่อยู่อาศัยให้กับรา ส่วนราจะมีเส้นใยทำหน้าที่หาแร่ธาตุอาหารจากดินเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของพืชและให้ความชื้นแก่รากพืชอีกด้วย



รูปที่ 1.10 ความสัมพันธ์แบบภาวะพึ่งพากัน

1.3.3 ภาวะการได้ประโยชน์ร่วมกัน (protocooperation : +, +) เป็นความสัมพันธ์ที่สิ่งมีชีวิต

2 ชนิดมาอยู่ร่วมกัน ต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์แต่ไม่จำเป็นต้องอยู่ร่วมกันตลอด ถ้าแยกจากกันก็สามารถดำรงชีพอยู่ได้ เช่น เพลี้ยกับมดดำ โดยที่มดดำจะพาเพลี้ยไปไว้ตามต้นไม้มเพื่อให้ดูดน้ำเลี้ยงจากต้นไม้ม แล้วมดดำจะดูดน้ำเลี้ยงจากเพลี้ยอีกทอดหนึ่ง ปลาการ์ตูนกับดอกไม้ทะเล โดยที่ดอกไม้ทะเลได้อาหารจากเศษอาหารที่ปลาการ์ตูนกิน ส่วนปลาการ์ตูนอาศัยดอกไม้ทะเลพรางตัวและป้องกันภัยให้



ปลาการ์ตูนกับดอกไม้ทะเล



เพลี้ยกับมดดำ

รูปที่ 1.11 ความสัมพันธ์แบบภาวะการได้ประโยชน์ร่วมกัน

1.3.4 ภาวะปรสิต (parasitism : +, -) เป็นความสัมพันธ์ที่สิ่งมีชีวิต 2 ชนิดมาอยู่ร่วมกัน

โดยฝ่ายหนึ่งเป็นฝ่ายได้ประโยชน์ ส่วนอีกฝ่ายหนึ่งเป็นฝ่ายเสียประโยชน์ เช่น กาฝากหรือฝอยทองกับต้นไม้ม โดยฝอยทองหรือกาฝากจะแทงรากลงไปเนื้อเยื่อพืชและแย่งอาหารของต้นไม้ม ฝ่ายที่ได้ประโยชน์เรียกว่า ปรสิต (parasite) ส่วนอีกฝ่ายที่เสียประโยชน์เรียกว่า ผู้ถูกอาศัย (host) ตัวอย่างอื่น ๆ เช่น เห็บและหมัดเป็นปรสิตภายนอกกับสุนัข พยาธิเป็นปรสิตภายในของสัตว์และมนุษย์



กาฝากกับต้นไม้ม



พยาธิในตักแตน

รูปที่ 1.12 ความสัมพันธ์แบบภาวะปรสิต

1.3.5 ภาวะล่าเหยื่อ (predation : +, -) เป็นความสัมพันธ์ที่สิ่งมีชีวิต 2 ชนิดในโซ่อาหารหรือสายใย

อาหารที่ผู้ล่าจะกินเหยื่อเป็นอาหาร (+, -) เช่น งูกับเหยี่ยว กบกินแมลง นกเค้าแมวจับหนู สิงโตล่าม้าลาย นกกินปลาจับปลา ซึ่งในบางครั้งเหยื่ออาจเป็นผู้ล่าก็ได้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์



การล่าเหยื่อของนกกินปลา



สิงโตล่าม้าลาย

รูปที่ 1.13 ความสัมพันธ์แบบภาวะล่าเหยื่อ



กิจกรรมที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถสรุปและอธิบายบทบาทของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในระบบนิเวศ

คำชี้แจง

ให้นักเรียนสำรวจระบบนิเวศในบริเวณต่าง ๆ ภายในโรงเรียนหรือชุมชนใกล้เคียง

อุปกรณ์

สมุดบันทึก

วิธีการทดลอง

1. จากกิจกรรมที่ 1 สำรวจระบบนิเวศในบริเวณต่าง ๆ เช่น สระน้ำ บ่อน้ำ แปลงเกษตร สวนธรรมชาติ ป่าชายเลน ป่าพรุ นาข้าว หรืออื่น ๆ แล้วให้สมาชิกในกลุ่มของนักเรียนช่วยกันระดมความคิด แสดงความคิดเห็น ระบุความสัมพันธ์กันของสิ่งมีชีวิต และบันทึกผล
2. ให้สมาชิกในกลุ่มของนักเรียนช่วยกันวิเคราะห์และระบุความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในแต่ละคู่ จากข้อ 1 ว่าเป็นความสัมพันธ์ในรูปแบบได้ประโยชน์หรือเสียประโยชน์ หรือไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ จากการอยู่ร่วมกันในระบบนิเวศเดียวกัน
3. ทุกกลุ่มนำเสนอข้อมูลและอภิปรายร่วมกัน เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ



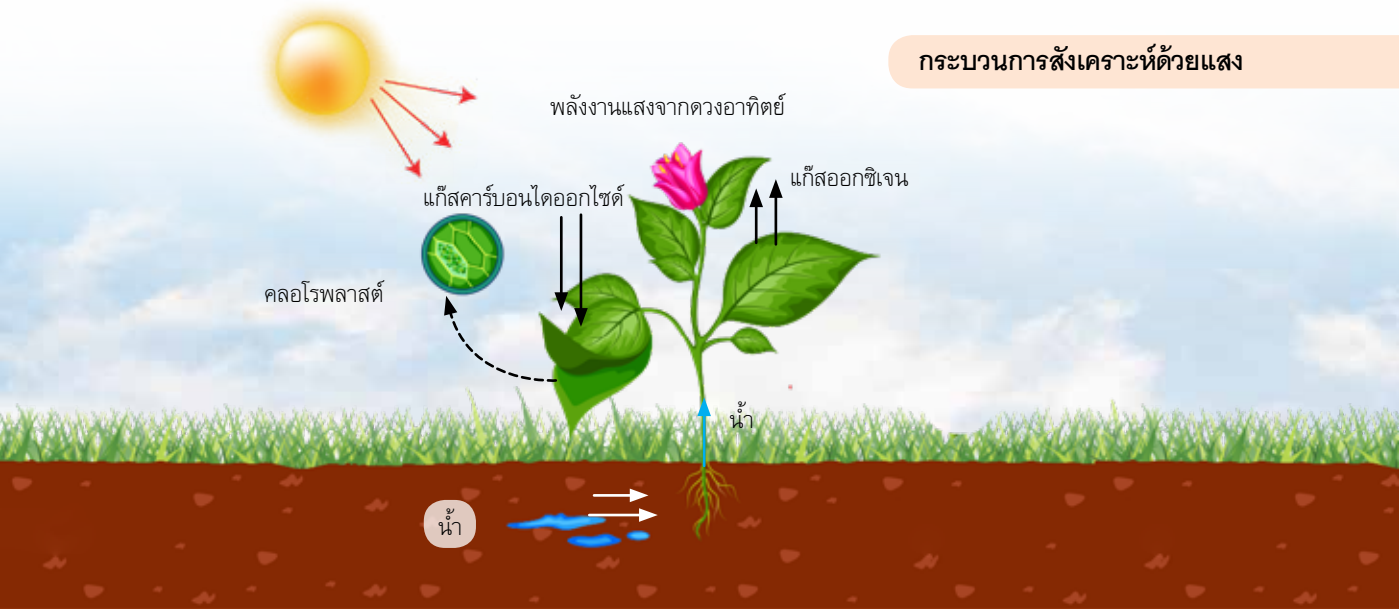
คำถามท้ายกิจกรรม

1. กลุ่มของนักเรียนเลือกสำรวจบริเวณใด และจากการสำรวจมีสิ่งมีชีวิตคู่ใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กัน
2. ผลการวิเคราะห์และระบุความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละคู่ได้ผลอย่างไรบ้าง
3. ผลการวิเคราะห์และระบุความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในกลุ่มของนักเรียนได้ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในรูปแบบใดบ้าง อย่างไร
4. ยกตัวอย่างความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันแบบภาวะอิงอาศัย ภาวะพึ่งพากัน ภาวะปรสิต และภาวะล่าเหยื่อ
5. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกันและได้รับประโยชน์ทั้ง 2 ฝ่าย เป็นความสัมพันธ์แบบใด

2

การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

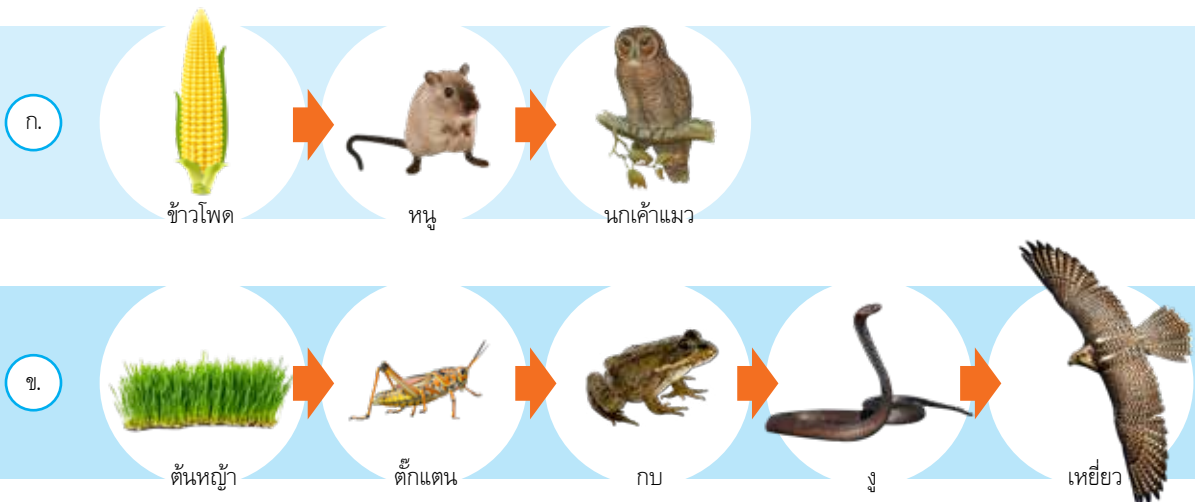
ในระบบนิเวศมีการถ่ายทอดพลังงานจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งผู้ผลิตเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้ โดยอาศัยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่มีน้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบ และพลังงานแสงจากแหล่งกำเนิดแสงจะเปลี่ยนไป อยู่ในรูปของสารอาหารและถ่ายทอดเป็นอาหารไปยังผู้บริโภคในลักษณะโซ่อาหาร (food chain) และ สายใยอาหาร (food web)



กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

รูปที่ 1.14 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

โซ่อาหาร (food chain) เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีการถ่ายทอดพลังงานในอาหารอย่างต่อเนื่องเป็นลำดับ โดยการกินต่อกันเป็นทอด ๆ จากผู้ผลิตสู่ผู้บริโภค



รูปที่ 1.15 ตัวอย่างโซ่อาหาร

จากรูปที่ 1.15 ตัวอย่างโซ่อาหาร (ข.) จะเห็นว่า มีการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ในโซ่อาหาร โดยเริ่มต้นจากต้นหญ้า ตามด้วยตั๊กแตนกินหญ้า กบกินตั๊กแตน งูกินกบ และเหยี่ยวกินงู ซึ่งจากลำดับขั้นในการกินต่อกันนี้ สามารถอธิบายได้ว่า



ต้นหญ้า

เป็นผู้ผลิตในโซ่อาหารนี้ เนื่องจากต้นหญ้าเป็นพืชที่สามารถเปลี่ยนสารอนินทรีย์ได้ เช่น น้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นพลังงานในรูปของอาหาร โดยใช้พลังงานแสงจากดวงอาทิตย์



ตั๊กแตน

เป็นผู้บริโภคลำดับที่ 1 เนื่องจากตั๊กแตนเป็นสัตว์ลำดับแรกที่กินหญ้าที่เป็นผู้ผลิต



กบ

เป็นผู้บริโภคลำดับที่ 2 เนื่องจากกบกินตั๊กแตนเป็นอาหาร หลังจากที่ตั๊กแตนกินหญ้าไป



งู

เป็นผู้บริโภคลำดับที่ 3 เนื่องจากงูกินกบเป็นอาหาร หลังจากที่กบกินตั๊กแตนไป

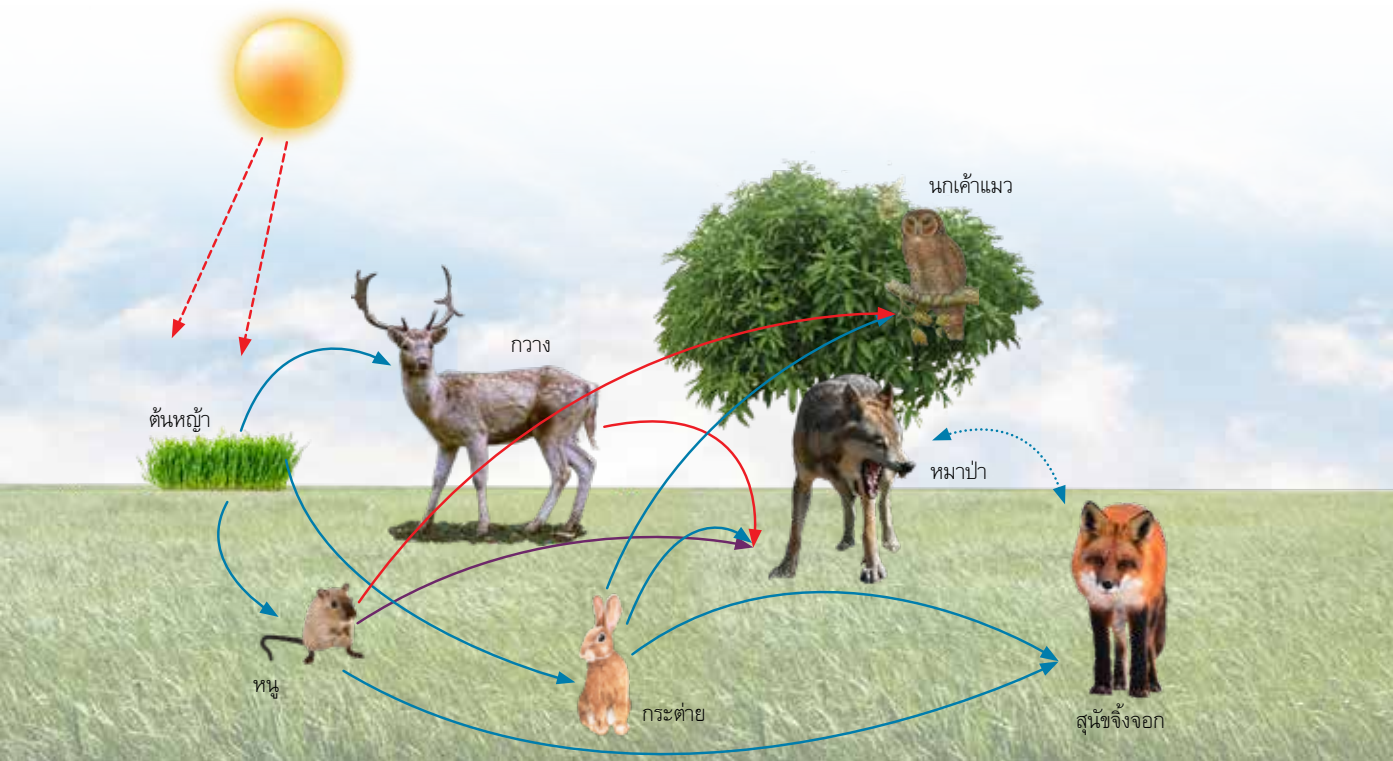


เหยี่ยว

เป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้ายในโซ่อาหารนี้ เนื่องจากเหยี่ยวจับงูกินเป็นอาหารและไม่มีสัตว์อื่นมาจับเหยี่ยวกินอีกทอดหนึ่ง

ในการเขียนโซ่อาหารจะเริ่มจากผู้ผลิตอยู่ทางด้านซ้าย และตามด้วยผู้บริโภคลำดับที่ 1 ผู้บริโภคลำดับที่ 2 ผู้บริโภคลำดับที่ 3 ต่อไปจนถึงผู้บริโภคลำดับสุดท้าย และเขียนลูกศรแทนการถ่ายทอดพลังงานจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตหนึ่ง หรือเขียนให้หัวลูกศรชี้ไปทางผู้ล่าและปลายลูกศรหันไปทางเหยื่อ

ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหาร เป็นลักษณะการถ่ายทอดพลังงานแบบไม่ซับซ้อน เป็นการถ่ายทอดแบบเป็นลำดับผ่านการกินต่อกันไปเป็นทอด ๆ แต่ในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ จะมีความซับซ้อนมากขึ้น เนื่องจากผู้ผลิตชนิดเดียวอาจจะถูกกินโดยผู้บริโภคได้หลายชนิด ผู้ล่าชนิดเดียวอาจล่าเหยื่อได้หลายชนิด และผู้ล่าอาจกลายเป็นเหยื่อของผู้ล่าชนิดอื่น ๆ ได้ การถ่ายทอดพลังงานในลักษณะที่มีความซับซ้อนนี้ เรียกว่า สายใยอาหาร (food web)



รูปที่ 1.16 ตัวอย่างสายใยอาหาร

จากรูปที่ 1.16 จะเห็นว่า สายใยอาหารประกอบด้วยโซ่อาหารจำนวนมาก และเป็นโซ่อาหารที่มีความสัมพันธ์สลับซับซ้อนกับโซ่อาหารอื่น ๆ เช่น ต้นหญ้าเป็นอาหารของกวาง ในขณะที่เดียวกันก็เป็นอาหารของหนูด้วย หมาป่ากินได้ทั้งกวางและกระต่าย หมาป่าและสุนัขจิ้งจอกอาจเป็นเหยื่อหรือผู้ล่าได้ในสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ก็จะเป็นลักษณะเดียวกัน คือ เป็นผู้ล่าสัตว์อื่นมาเป็นอาหารได้หลายชนิด และเป็นเหยื่อโดยผู้ล่าได้หลายชนิด ดังนั้น ในธรรมชาติจึงพบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในลักษณะของสายใยอาหารมากกว่าโซ่อาหาร เมื่อผู้ผลิตและผู้บริโภคตายลงจะมีผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์มาย่อยสลายซากเพื่อนำสารอาหารไปใช้ในบางส่วน และส่วนที่เหลือจะถูกปล่อยกลับสู่สิ่งแวดล้อมเพื่อให้ผู้ผลิตนำไปใช้ใหม่ได้อีก

การถ่ายทอดพลังงานทางโซ่อาหารจะเป็นไปตามกฎ 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีใจความว่า พลังงานศักย์ที่สะสมในรูปเนื้อเยื่อของผู้บริโภคแต่ละลำดับชั้นจะน้อยกว่าพลังงานศักย์ที่สะสมในเนื้อเยื่อผู้บริโภคลำดับชั้นต่ำกว่าที่ถ่ายทอดมาประมาณ 10 เท่า หมายความว่า จะมีพลังงานเพียงแค่ 10 เปอร์เซ็นต์ที่ถูกสะสมอยู่ ส่วน 90 เปอร์เซ็นต์ที่เหลือจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึม ดังนั้น ผู้บริโภคในลำดับที่สูงกว่าจะได้รับพลังงานเพียง 10 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น



ฉลาดรู้ ฉลาดคิด

1. จากรูปที่ 1.16 สายใยอาหารประกอบไปด้วยโซ่อาหารจำนวนกี่โซ่อาหาร อะไรบ้าง
2. ถ้าหนูมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจะส่งผลต่อสายใยอาหารนี้หรือไม่ อย่างไร
3. ในสายใยอาหารนี้ ถ้าต้นหญ้าตายหมดจะเกิดผลกระทบหรือไม่ อย่างไร
4. ในสายใยอาหารนี้ ผู้ที่มีบทบาทเป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้ายได้แก่สิ่งมีชีวิตใดบ้าง

การสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหาร

แหล่งชุมชนที่อยู่อาศัยของมนุษย์ ในแต่ละแหล่งจะมีการถ่ายทอดของเสียและสารพิษต่าง ๆ ออกสู่ธรรมชาติ รวมทั้งกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น ร้านอาหาร ตู้ซ่มารถ โรงแรม โรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งเกษตรกรรม ของเสียบางส่วนสามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติและไม่เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม แต่จะมีสารพิษที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมและสะสมอยู่ตามแหล่งน้ำ ดิน อากาศ สารพิษเหล่านี้จะถ่ายทอดไปสู่ผู้ผลิตและผู้บริโภคลำดับต่าง ๆ รวมถึงกลับมาสู่ตัวมนุษย์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในโซ่อาหาร ทำให้ส่งผลต่อสุขภาพ สารพิษบางอย่างที่มีพิษรุนแรง เช่น โลหะหนัก ถ้าร่างกายได้รับสารนั้นในปริมาณมากอาจเป็นอันตรายถึงชีวิตได้

การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศเป็นไปตามลำดับขั้นการบริโภคจากผู้ผลิตมาจนถึงผู้บริโภคลำดับสุดท้าย สิ่งที่ถูกถ่ายทอดต่อมาตามโซ่อาหารและสายใยอาหาร มิได้มีเพียงสารอาหารเท่านั้น แต่สารทุกชนิดที่ปนเปื้อนอยู่ในระบบนิเวศทั้งที่เป็นประโยชน์และเป็นโทษจะถูกถ่ายทอดไปในโซ่อาหารด้วย เช่น การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช สารเคมีกำจัดเชื้อรา สารเคมีพวกนี้จะสลายตัวยาก มีความคงตัวสูง เนื่องจากมีโลหะหนักที่เป็นพิษเจือปนอยู่ เช่นปรอท ตะกั่ว หรืออาร์เซนิก สารดังกล่าวจะตกค้างในผู้ผลิตและผู้บริโภคและถ่ายทอดไปตามลำดับในโซ่อาหาร ซึ่งปริมาณสารพิษเหล่านี้จะเพิ่มความเข้มข้นขึ้นเรื่อย ๆ ในแต่ละลำดับขั้นของอาหาร เช่น เนื้อของนกกินปลา 1 กรัม จะมีสารพิษสะสมมากกว่าเนื้อปลาที่มีน้ำหนักเท่ากัน สารพิษเหล่านี้ไม่ได้ถูกนำไปใช้ในการสร้างพลังงานให้แก่เซลล์ จึงสะสมอยู่ภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต แล้วถ่ายทอดต่อไปตามลำดับขั้นการบริโภคเข้ามาสู่ผู้บริโภคลำดับสุดท้ายซึ่งอาจเป็นมนุษย์

การสะสมสารพิษในโซ่อาหารหรือสายใยอาหาร ถ้ายิ่งยาวการสะสมสารพิษยิ่งมีมากขึ้น ดังนั้น มนุษย์ต้องเข้าใจวิธีการเลือกอาหารมาบริโภค การเลือกบริโภคสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในลำดับขั้นการบริโภคที่ต่ำย่อมปลอดภัยมากกว่าการบริโภคสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในลำดับขั้นการบริโภคที่สูงกว่า

สภาพแวดล้อมตามธรรมชาติจะไม่สามารถดูดซับสารพิษได้หมด เราจึงควรระมัดระวังในการกำจัดสารพิษในสภาพแวดล้อม การทิ้งสารพิษลงในน้ำ สารพิษจะกระจายอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะมีผลกับสิ่งมีชีวิตในน้ำ สัตว์ที่กินอาหารโดยการกรองจะสะสมพิษได้สูงมาก โดยเฉพาะหอยนางรม ซึ่งกินอาหารโดยการกรองอยู่ในน้ำตื้นใกล้ฝั่งที่มีการทิ้งสารพิษลงมามากและยังไม่ทันแพร่กระจาย การสะสมสารพิษในหอยนางรมจะสูงกว่าในน้ำถึง 70,000 เท่า ดังนั้น สารพิษจะแพร่กระจายไปตามลำดับขั้นการบริโภคเข้าสู่ผู้บริโภคลำดับสุดท้าย ซึ่งได้แก่ มนุษย์ แต่ในบางครั้งสารพิษที่สะสมอยู่ในแหล่งต่าง ๆ อาจไม่ถ่ายทอดตามโซ่อาหารถึงมนุษย์ เพราะสารพิษเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคในลำดับต้น ๆ ก่อนแล้ว จึงทำให้โซ่อาหารถูกทำลาย แต่มนุษย์ก็ได้รับผลกระทบเช่นกัน ทั้งในแง่ที่ขาดแคลนอาหารและส่งผลถึงเศรษฐกิจด้วย ดังนั้น จึงควรมีการป้องกันและการจัดการเกี่ยวกับการกำจัดของเสียอย่างถูกต้อง



กิจกรรมที่ 4 เกมสายใยอาหาร

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถออกแบบ อธิบาย และสรุปสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศที่มีความสัมพันธ์กัน ในการถ่ายทอดพลังงานในสายใยอาหาร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนออกแบบโซ่อาหารและสายใยอาหารของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ โดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ

อุปกรณ์

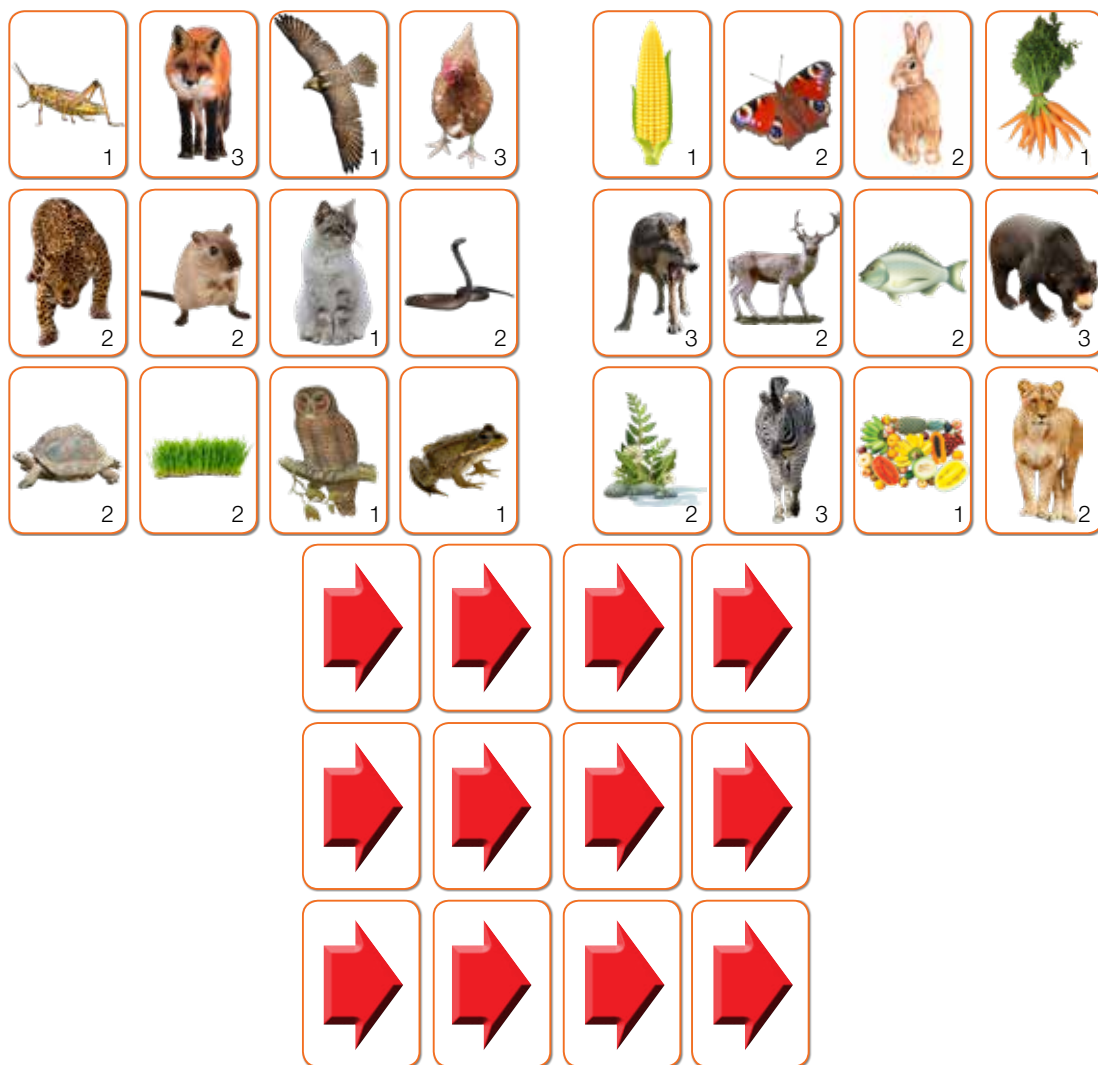
บัตรเกมชุดสายใยอาหาร

วิธีการทดลอง

1. สลับบัตรเกมเฉพาะสิ่งมีชีวิตและแจกให้กับผู้เล่นจำนวนเท่า ๆ กัน
2. นำบัตรลูกศรวางไว้เป็นกองกลางที่ทุกคนสามารถนำไปใช้ได้
3. ให้นักเรียนแต่ละคนวางบัตรเกมสิ่งมีชีวิตและต่อด้วยบัตรลูกศรสลับกัน โดยให้หัวลูกศรชี้ไปทางผู้บริโภค แต่ละคนทำมากกว่า 1 โซ่อาหารก็ได้
4. เมื่อต่อเสร็จเรียบร้อยแล้วให้สลับกันตรวจสอบความถูกต้องของโซ่อาหาร ถ้าผิดช่วยกันปรับแก้ให้ถูกต้อง
5. ให้นักเรียนแต่ละคนเลือกโซ่อาหารที่ยาวที่สุดในกลุ่มเป็นหลัก และให้ออกแบบต่อให้เป็นสายใยอาหารโดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ
6. สลับกันตรวจสอบความถูกต้องของสายใยอาหาร แล้วนับแต้มจากตัวเลขบนบัตรเกมที่ต่อในสายใยอาหาร นับแต้มจากบัตรที่เหลือแล้วหักออกจากแต้มรวมที่ได้ ผู้ที่ได้แต้มมากที่สุดเป็นผู้ชนะ
7. บันทึกลักษณะของสายใยอาหารที่ออกแบบและตรวจสอบความถูกต้อง



รูปที่ 1.17 ตัวอย่างโซ่อาหาร



รูปที่ 1.18 ตัวอย่างบัตรเกมชุดสายใยอาหาร



คำถามท้ายกิจกรรม

1. สายใยอาหารมีความหมายอย่างไร
2. การถ่ายทอดพลังงานในสายใยอาหารมีลักษณะอย่างไร
3. ยกตัวอย่างโซ่อาหารจากการเล่นเกมมา 1 ตัวอย่าง
4. สายใยอาหารที่นักเรียนออกแบบและตรวจสอบความถูกต้องมีลักษณะอย่างไร
5. เพราะเหตุใดสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติจึงมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตแบบโซ่อาหารหรือสายใยอาหาร
6. ถ้าน้ำในสระเกิดการเน่าเสียจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศอย่างไร

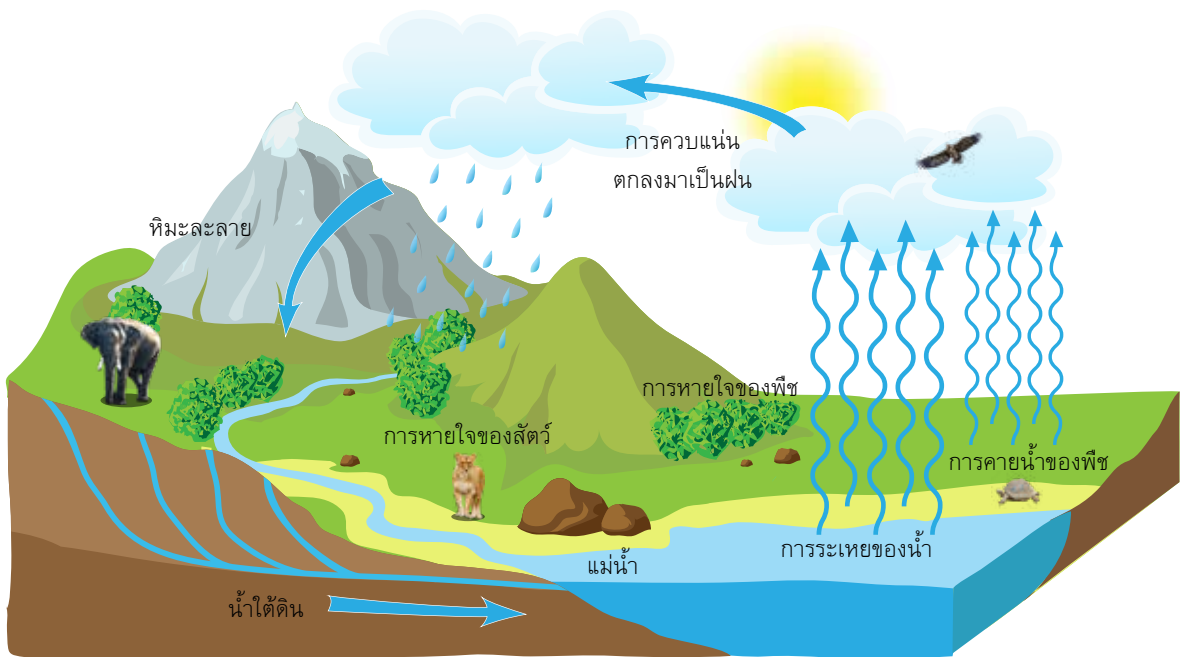
3

วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ

ระบบนิเวศมีการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารเกิดขึ้นควบคู่ไปด้วย ในธรรมชาติมีสารหลายชนิดที่มีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักร เพื่อรักษาสสมดุลของระบบนิเวศทำให้เกิดเป็นวัฏจักรต่าง ๆ เช่น วัฏจักรของน้ำ วัฏจักรของคาร์บอน วัฏจักรของไนโตรเจน วัฏจักรของฟอสฟอรัส

3.1 วัฏจักรของน้ำ (water cycle)

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดในระบบนิเวศ รวมทั้งใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ในสิ่งมีชีวิต ซึ่งเกิดจากการหมุนเวียนของน้ำที่เกิดขึ้นตลอดเวลาระหว่างบรรยากาศกับพื้นผิวโลก โดยที่แหล่งน้ำต่าง ๆ เช่น แม่น้ำ ทะเล มหาสมุทร รวมถึงการคายน้ำของพืช การหายใจออกและการขับถ่ายของสัตว์เมื่อได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์จะระเหยกลายเป็นไอสู่บรรยากาศ และเกิดการควบแน่นเป็นเมฆและตกลงมาเป็นฝนสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ บนพื้นโลก โดยสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ นำไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตอีก จึงมีการหมุนเวียนต่อเนื่องเป็นวัฏจักร

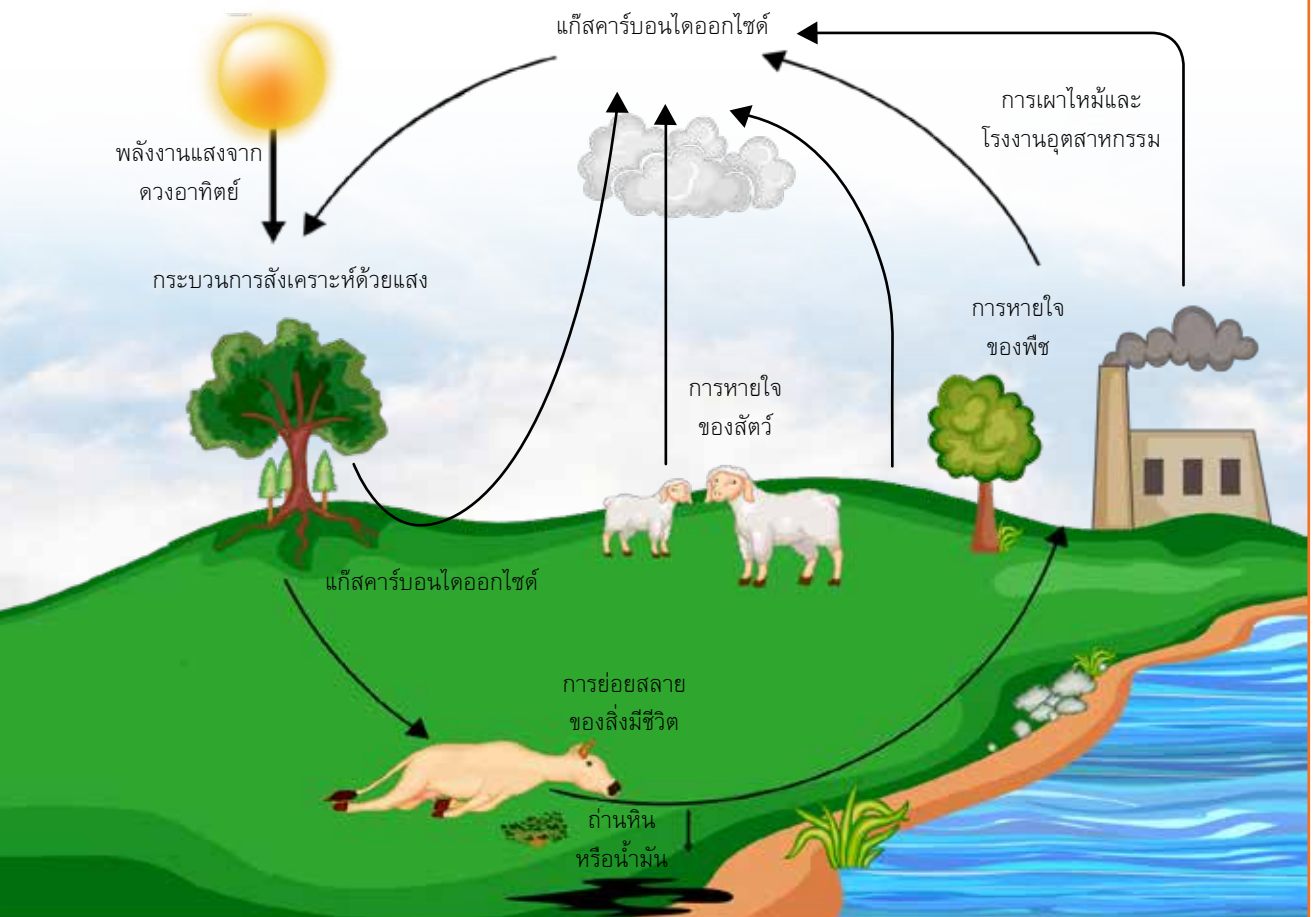


3.2 วัฏจักรของคาร์บอน (carbon cycle)

คาร์บอน เป็นธาตุที่มีอยู่ในสารประกอบอินทรีย์เคมีทุกชนิด ดังนั้น วัฏจักรคาร์บอนจะสัมพันธ์กับวัฏจักรอื่น ๆ ในระบบนิเวศ และเป็นองค์ประกอบสำคัญของสารอินทรีย์ในสิ่งมีชีวิต เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน

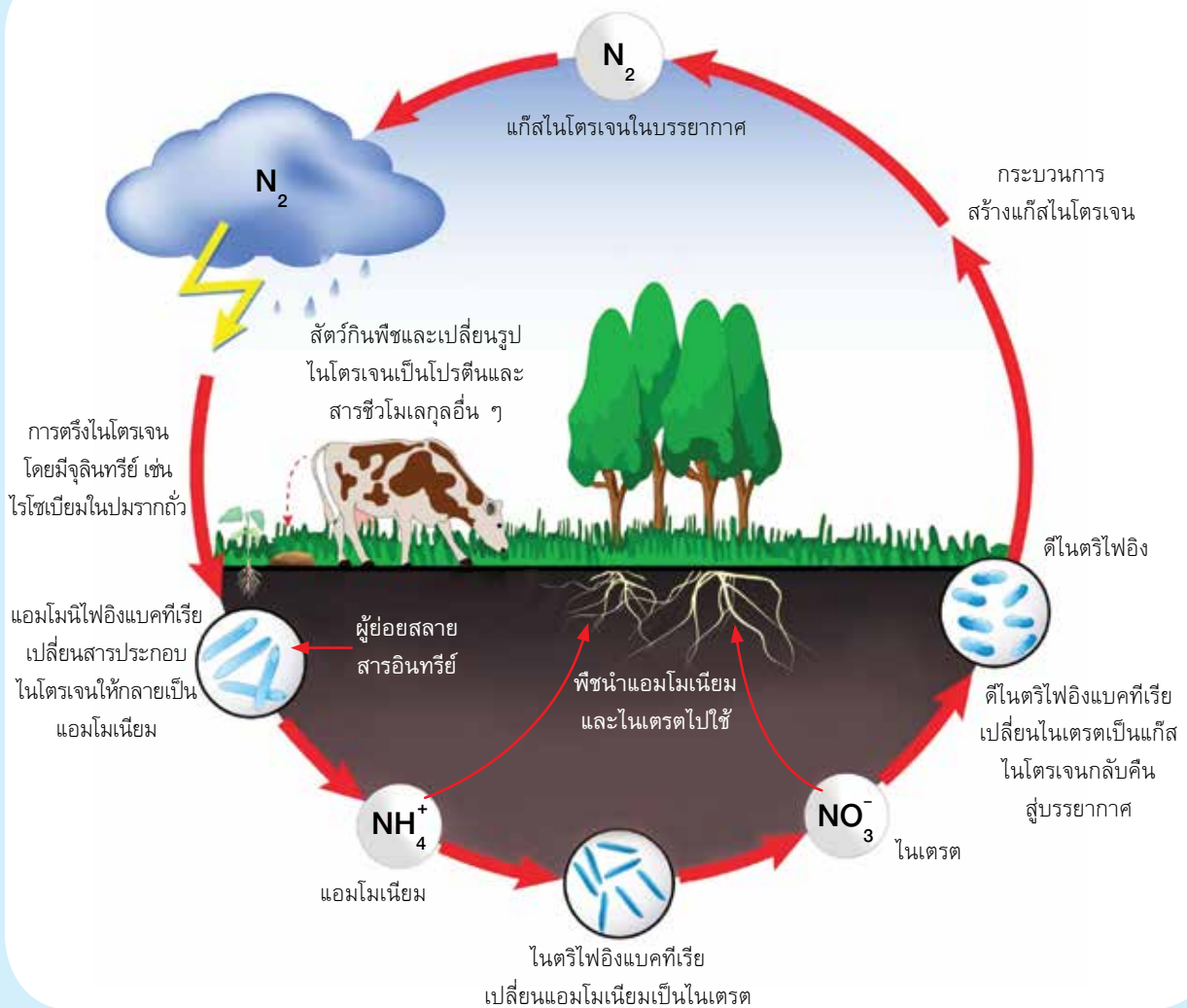
วัฏจักรคาร์บอน เป็นการหมุนเวียนของคาร์บอนในระบบนิเวศ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแก๊สที่สำคัญในวัฏจักรคาร์บอน โดยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศถูกนำเข้าสู่สิ่งมีชีวิต หรือออกจากสิ่งมีชีวิตคืนสู่บรรยากาศและน้ำอีก เป็นการหมุนเวียนกันไปไม่มีที่สิ้นสุด โดยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในบรรยากาศถูกนำเข้าสู่สิ่งมีชีวิตผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกเปลี่ยนเป็นสารอินทรีย์ที่มีพลังงานสะสมอยู่ ต่อมาสารอินทรีย์ที่พืชสะสมไว้บางส่วนถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคในระบบต่าง ๆ โดยการกิน และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากสิ่งมีชีวิตคืนสู่บรรยากาศและน้ำได้หลายทาง เช่น การหายใจของพืชและสัตว์เพื่อให้ได้พลังงานออกมาใช้ ทำให้คาร์บอนที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์ถูกปลดปล่อยออกมาเป็นอิสระในรูปของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

การย่อยสลายสิ่งขับถ่ายของสัตว์และซากพืชซากสัตว์ ทำให้คาร์บอนที่อยู่ในรูปของอาหารถูกปลดปล่อยออกมาเป็นอิสระในรูปของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และจากการเผาไหม้ของถ่านหินและน้ำมัน ที่เกิดการทับถมของซากพืชซากสัตว์เป็นเวลานาน ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศอย่างมาก



3.3 วัฏจักรของไนโตรเจน (nitrogen cycle)

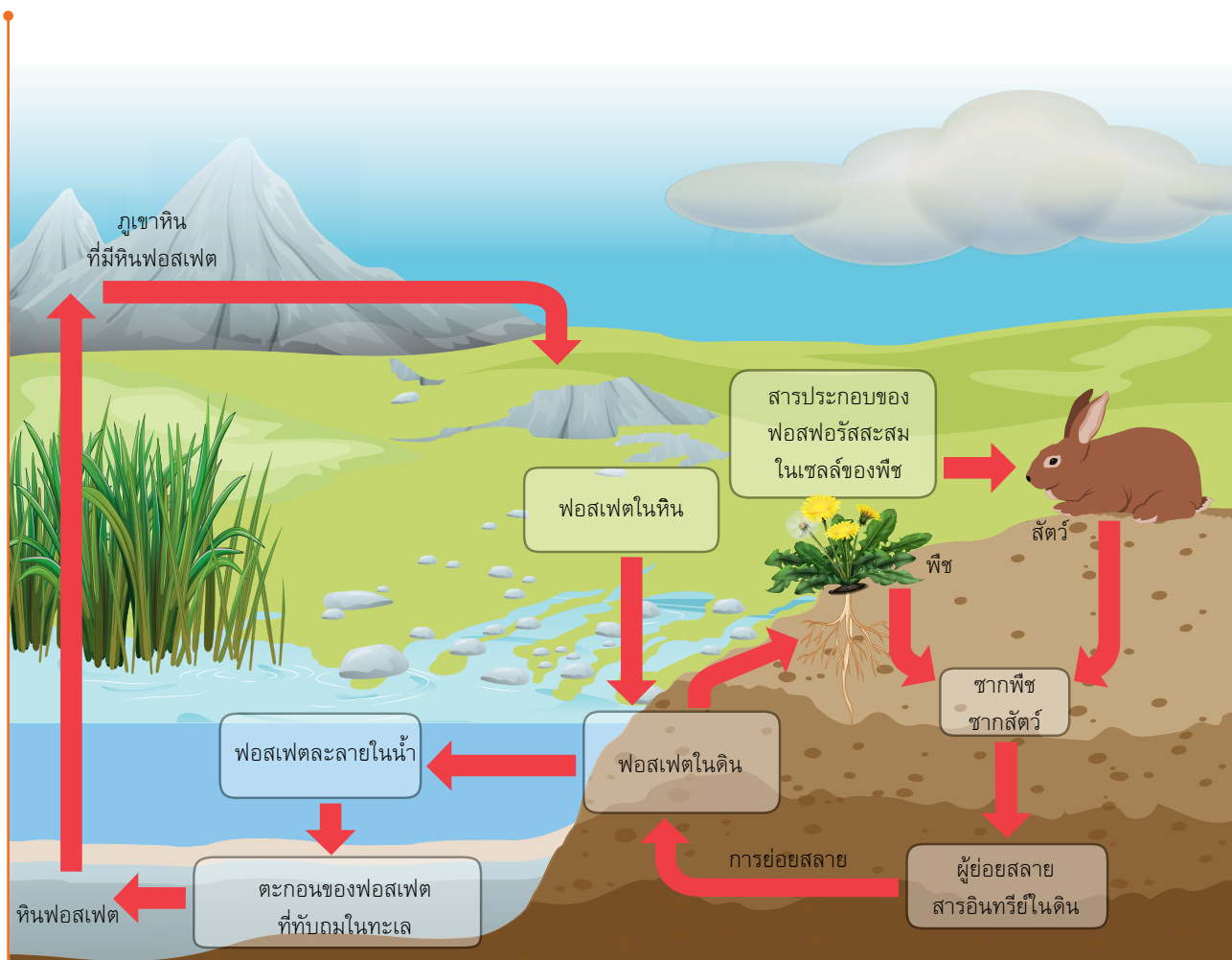
เป็นการหมุนเวียนของไนโตรเจนในระบบนิเวศ โดยไนโตรเจน (N_2) ในบรรยากาศจะอยู่ในรูปของแก๊สไนโตรเจน ซึ่งพืชสามารถใช้ไนโตรเจนได้ใน 2 แบบ คือ แอมโมเนียม (NH_4^+) และไนเตรต (NO_3^-) แล้วนำไปสร้างโปรตีนที่อยู่ในรูปของพืช เมื่อสัตว์กินพืชเป็นอาหารจะได้รับไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของโปรตีนจากพืช เมื่อพืชและสัตว์ตายลงจะเกิดการทับถมในดินและถูกย่อยสลายทำให้ไนโตรเจนในสิ่งมีชีวิตกลายเป็นแอมโมเนียม ซึ่งพืชสามารถนำมาใช้ได้ และแบคทีเรียในดินจะเปลี่ยนแอมโมเนียมให้เป็นไนเตรต ซึ่งพืชและแบคทีเรีย เช่น แบคทีเรียในปมรากถั่ว จะเปลี่ยนไนเตรตให้อยู่ในรูปของแก๊สไนโตรเจนและปล่อยคืนสู่บรรยากาศ ทำให้สามารถนำแก๊สไนโตรเจนมาใช้ได้อีกและเกิดการหมุนเวียนเป็นวัฏจักร



3.4 วัฏจักรของฟอสฟอรัส (phosphorus cycle)

เป็นการหมุนเวียนของฟอสฟอรัสในระบบนิเวศ โดยพืชนำฟอสฟอรัสจากธรรมชาติที่สามารถละลายน้ำได้ไปสะสมไว้ในเซลล์ต่าง ๆ เมื่อสัตว์กินพืชจะได้รับฟอสฟอรัสเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งสัตว์นำฟอสฟอรัสที่ได้ไปสร้างกระดูกและฟัน รวมถึงใช้ในกระบวนการต่าง ๆ เมื่อสัตว์และพืชตายลงซากพืชซากสัตว์จะถูกทับถมลงดิน และถูกย่อยสลายโดยผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินได้เป็นฟอสเฟตสะสมอยู่ในดิน ซึ่งพืชจะดูดซึมฟอสฟอรัสบางส่วนไปใช้ใหม่

จากการทำเหมืองแร่และการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศทำให้ฟอสเฟตในหินบางส่วนละลายมาสะสมในดินและในน้ำ และจะไหลลงสู่ทะเล ทำให้เกิดการสะสมของตะกอนฟอสเฟต ซึ่งต่อไปจะกลายเป็นหินฟอสเฟต และเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาทำให้เกิดภูเขา ซึ่งเป็นภูเขาที่มีหินฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบและจะละลายสู่ดินและน้ำ หมุนเวียนเป็นวัฏจักรต่อไป



รูปที่ 1.22 วัฏจักรของฟอสฟอรัส

4

สมดุลของระบบนิเวศ

สมดุลของระบบนิเวศ หมายถึง กลไกการปรับสภาวะของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ให้ระบบนิเวศมีความสมดุล โดยอาศัยองค์ประกอบของระบบนิเวศนั้น คือ ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ แต่เนื่องจากระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ 2 สาเหตุ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงโดยธรรมชาติ และการเปลี่ยนแปลงโดยการกระทำของมนุษย์

4.1 การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ

สาเหตุที่ทำให้ระบบนิเวศเกิดการเปลี่ยนแปลง คือ

4.1.1 การเปลี่ยนแปลงโดยธรรมชาติ เป็นการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ เช่น ผลไม้ร่วงจากต้น ลงมาทับต้นหญ้าหรือต้นไม้นขนาดเล็ก บางครั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากธรรมชาติก็เกิดแบบฉับพลัน เช่น การเกิดน้ำท่วม ลมพายุ และไฟป่า



การเกิดน้ำท่วม



การเกิดไฟป่า

รูปที่ 1.23 การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศโดยธรรมชาติ

4.1.2 การเปลี่ยนแปลงโดยการกระทำของมนุษย์ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้ระบบนิเวศเกิดการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การใช้สารเคมีในการเกษตร การนำทรัพยากรธรรมชาติที่ไม่สามารถสร้างทดแทนได้มาใช้ในปริมาณมากเกินไป ทำให้ระบบนิเวศเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และส่งผลกระทบต่อสภาพอากาศ ดิน น้ำ เช่น ปรากฏการณ์เรือนกระจก ความแห้งแล้ง วิกฤตภัย และอุทกภัย



รูปที่ 1.24 การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศโดยการกระทำของมนุษย์

4.2 ความสมดุลของระบบนิเวศ

ในสภาวะที่ระบบนิเวศมีปริมาณผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในสัดส่วนที่เหมาะสม ทำให้เกิดความยั่งยืนของระบบนิเวศที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และอาศัยองค์ประกอบที่มีชีวิตในการผลิตอาหารให้สมดุลกับการบริโภคหรือการเพิ่มจำนวนของสิ่งมีชีวิต จึงมีการถ่ายทอดพลังงานในโซ่อาหารและสายใยอาหารได้อย่างเป็นระบบ ทำให้เกิดการหมุนเวียนของพลังงานและสารอาหาร วัฏจักรของสารจึงอยู่ในภาวะสมดุล

สาเหตุของการเสียสมดุลของระบบนิเวศ

เนื่องจากระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งอาจเกิดขึ้นตามธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ ทำให้องค์ประกอบของระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว จึงเกิดการสูญเสียสมดุลของระบบนิเวศ ซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุสำคัญ ดังนี้

1. การเพิ่มจำนวนของประชากร จะต้องใช้แหล่งที่อยู่อาศัยหรือพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้น รวมถึงมีการสร้างถนนหรือสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ทำให้ระบบนิเวศเปลี่ยนไป เมื่อปริมาณขยะเพิ่มขึ้น ก็เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เกิดมลภาวะทางน้ำ มลภาวะทางดิน มลภาวะทางอากาศ และส่งผลกระทบต่อมนุษย์ด้วย

2. ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เป็นการนำเทคโนโลยีมาใช้และทำให้มนุษย์สะดวกสบายขึ้น แต่จะทำให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว เช่น เลื่อยไฟฟ้า รถแทรกเตอร์ รถแบ็กโฮ

3. การใช้สารเคมีทางการเกษตร เป็นการนำสารเคมีต่าง ๆ มาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เช่น ปุ๋ยเคมี ยาฆ่าแมลงศัตรูพืช จึงทำให้สารพิษต่าง ๆ แพร่กระจายอยู่ในระบบนิเวศ และมีการถ่ายทอดเข้าสู่โซ่อาหาร เกิดการสะสมสารพิษในโซ่อาหารและสายใยอาหาร จนอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ

4. การขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรม โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่สร้างเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน แม้จะมีการควบคุมระบบการกำจัดของเสีย แต่ยังมีการปล่อยของเสียบางส่วนลงสู่แม่น้ำ ลำคลองและอากาศ ซึ่งอาจทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ อากาศ และดิน โดยเฉพาะน้ำที่ปล่อยออกมา มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิน้ำปกติจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศอย่างมาก



การเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะ

การขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรม

4.3 การรักษาสมดุลของระบบนิเวศ

การรักษาสมดุลของระบบนิเวศจะต้องมีหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเข้ามาช่วยกันกำกับดูแล และทุกคนต้องมีส่วนร่วมในการรักษาสมดุลของระบบนิเวศอย่างจริงจังและมีจิตสำนึก ซึ่งมีแนวทางในการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ ดังนี้

1. การสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์ระบบนิเวศให้กับประชาชน เช่น
 - การให้ความรู้หรือการรณรงค์ เพื่อให้ประชาชนตระหนักถึงผลเสียที่เกิดขึ้น เมื่อระบบนิเวศถูกทำลาย
2. ใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างประหยัดและเกิดประโยชน์สูงสุด เช่น
 - การปรับปรุงคุณภาพทรัพยากรที่มีคุณภาพต่ำให้มีคุณภาพสูงขึ้น เช่น ทำน้ำเสียให้เป็นน้ำสะอาด ปรับปรุงดินเสื่อมคุณภาพให้อุดมสมบูรณ์สามารถเพาะปลูกได้
 - การใช้ทรัพยากรทดแทน เป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่มากและหาได้ง่ายมาทดแทนทรัพยากรที่มีอยู่น้อยและหาได้ยาก เช่น ใช้เหล็กหรือพลาสติกแทนไม้
 - การนำกลับมาใช้ประโยชน์ เช่น นำเศษกระดาษมาเย็บทำกระดาษใหม่ นำขวดพลาสติกหรือถุงพลาสติกมาหลอมทำขวดใหม่ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ได้อีก
3. ควบคุมปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อระบบนิเวศ เช่น
 - งดจับสัตว์น้ำขนาดเล็กหรือในฤดูวางไข่
 - ไม่ตัดไม้ทำลายป่า
 - ห้ามปล่อยน้ำเน่าเสียลงแม่น้ำ ลำคลอง
 - หลีกเลี่ยงใช้สารเคมีทางการเกษตร
4. ใช้หลักการอนุรักษ์และการพัฒนาที่ยั่งยืน เช่น
 - ทำการเกษตรแบบยั่งยืน (sustainable agriculture) เช่น ไม่ใช้สารเคมีในการเกษตร ทำการเกษตรแบบผสมผสาน และปลูกพืชแบบไม่ไถพรวน
 - ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ (ecotourism) เป็นการท่องเที่ยวที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม และไม่ทิ้งขยะมูลฝอยในบริเวณแหล่งท่องเที่ยว
 - ส่งเสริมให้มีการจัดภูมิทัศน์เชิงอนุรักษ์ เช่น ปลูกพืชคลุมดินเพื่อป้องกันการพังทลายของหน้าดิน ปลูกต้นไม้เพื่อเพิ่มอากาศบริสุทธิ์





กิจกรรมที่ 5 ปัญหาในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถสรุปและอธิบายปัญหาการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น

คำชี้แจง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจสถานที่ต่าง ๆ ในชุมชนเกี่ยวกับปัญหาการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น

อุปกรณ์

สมุดบันทึก

วิธีการทดลอง

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน หรือตามความเหมาะสม เลือกสำรวจสถานที่ต่าง ๆ ในชุมชน เช่น แหล่งเกษตรกรรม โรงงานฟาร์มเลี้ยงสัตว์ สถานที่ท่องเที่ยว แหล่งที่อยู่อาศัย แต่ละกลุ่มเลือกสำรวจไม่ให้ซ้ำกัน
2. สำรวจและบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การดำเนินกิจกรรม ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินกิจกรรม และผลกระทบจากการดำเนินกิจกรรมจากสถานที่นั้นที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น
3. แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสำรวจหน้าชั้นเรียน โดยอภิปรายและสรุปผลร่วมกัน



คำถามท้ายกิจกรรม

1. ผลการสำรวจโดยภาพรวมของทุกกลุ่ม สภาพการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นเป็นอย่างไร
2. จากการสำรวจพบปัญหาใดบ้าง และแต่ละปัญหาเกิดจากสาเหตุใด
3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการก่อให้เกิดปัญหาการใช้ทรัพยากรธรรมชาติดังกล่าวหรือไม่ และมีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างไร



ฉลาดรู้ ฉลาดคิด

เราจะนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงไปประยุกต์ใช้ในการรักษาสมดุลของระบบนิเวศได้อย่างไร



สรุปบททวนความรู้ท้ายหน่วย

1 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

- ระบบนิเวศประกอบด้วยองค์ประกอบที่มีชีวิตและองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต
- กลุ่มของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ แบ่งตามหน้าที่ได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์
- ความสัมพันธ์กันของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ภาวะอิงอาศัย ภาวะพึ่งพากัน ภาวะการได้ประโยชน์ร่วมกัน ภาวะปรสิต ภาวะล่าเหยื่อ

2 การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

- โซ่อาหาร (food chain) เป็นการถ่ายทอดพลังงานจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง โดยการกินต่อกันเป็นทอด ๆ
- สายใยอาหาร (food web) เป็นความสัมพันธ์ของโซ่อาหารหลาย ๆ โซ่ที่มีความสัมพันธ์กันที่ซับซ้อน

3 วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ

- การหมุนเวียนวัฏจักรของสาร เช่น น้ำ คาร์บอน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ทำให้เกิดความสมดุลของระบบนิเวศ

4 สมดุลของระบบนิเวศ

- การเปลี่ยนแปลงสมดุลของระบบนิเวศเกิดจาก 2 สาเหตุ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงโดยธรรมชาติ และการเปลี่ยนแปลงโดยการกระทำของมนุษย์
- แนวทางในการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ ได้แก่ การสร้างจิตสำนึกให้กับประชาชน การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างประหยัด การควบคุมปัจจัยการเปลี่ยนแปลงต่อระบบนิเวศ การอนุรักษ์และการพัฒนาที่ยั่งยืน



คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้

1. องค์ประกอบที่มีชีวิตและองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตของระบบนิเวศมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างไร พร้อมยกตัวอย่างประกอบ
2. อธิบายและยกตัวอย่างรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่เดียวกัน ในภาวะต่อไปนี้
 - 2.1 ภาวะอิงอาศัย
 - 2.2 ภาวะพึ่งพากัน
 - 2.3 ภาวะการได้ประโยชน์ร่วมกัน
 - 2.4 ภาวะปรสิต
 - 2.5 ภาวะล่าเหยื่อ
3. ออกแบบและเขียนแผนภาพเพื่ออธิบายการถ่ายทอดพลังงานในสายใยอาหาร โดยกำหนด สิ่งมีชีวิตขึ้นมาเอง โดยให้คำนึงถึงสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ
4. ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศมีความสัมพันธ์กันอย่างไร จงอธิบาย พร้อมยกตัวอย่างประกอบ
5. ถ้าในระบบนิเวศไม่มีผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์จะส่งผลกระทบอย่างไร
6. การสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิตในโซ่อาหารเกิดขึ้นได้อย่างไร และมีผลกระทบต่อมนุษย์หรือไม่ อย่างไร
7. สายใยอาหารมีความสำคัญต่อระบบนิเวศอย่างไร ถ้าสายใยอาหารขาดลงจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศหรือไม่ อย่างไร
8. ปัจจัยที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อการเสียสมดุลของระบบนิเวศได้แก่อะไรบ้าง
9. เขียนโครงงาน เรื่อง การดูแลรักษาสมดุลของระบบนิเวศในท้องถิ่นหรือบริเวณโรงเรียน มา 1 โครงงาน เป็นโครงงานที่ทำได้จริง ไม่ใช้งบประมาณมาก และใช้เวลาในการดำเนินการน้อย



กิจกรรม Active Learning

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน หรือตามความเหมาะสม สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการทำน้ำหมักชีวภาพ แล้ววางแผน กำหนดระยะเวลา ออกแบบกระบวนการหมักวัตถุดิบที่จะใช้หมัก เน้นการใช้สิ่งของเหลือใช้ในท้องถิ่น
2. เขียนเค้าโครงโครงงานและทดลอง เพื่อทำน้ำหมักชีวภาพตามสูตรของกลุ่มตนเอง จัดทำในลักษณะของโครงงานที่ได้น้ำหมักชีวภาพสูตรใหม่เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ
3. นำเสนอในลักษณะของรายงานและโปสเตอร์