



GS13301

การจัดการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

Environmental Science Learning Management

Chapter 2

ความสัมพันธ์

ระหว่างสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศ

"Interactions between Organisms and Ecosystems"

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.

กรกมล ชูช่วย

สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์



บทที่ 2

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศ

มนุษย์และสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บนโลกพึ่งพาอาศัยทรัพยากรธรรมชาติ นับตั้งแต่เกิดจนตาย สิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ในบริเวณหนึ่ง เรียกว่า ระบบนิเวศ (Ecosystem) สิ่งมีชีวิตที่รวมตัวกันอยู่ในระบบนิเวศ มีทั้งผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย มีการถ่ายทอดพลังงานให้แก่กันและเกิดการหมุนเวียนสารเป็นวัฏจักร องค์ประกอบในระบบนิเวศมีหน้าที่และบทบาทแตกต่างกันออกไป การเปลี่ยนแปลงในระบบนิเวศจะค่อยเป็นค่อยไปในธรรมชาติ ซึ่งเป็นการรักษาสมดุลของระบบนิเวศนั่นเอง

ระบบนิเวศ (Ecosystem)

1. ความหมายของนิเวศวิทยา

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง นั้นเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งเรียกว่า นิเวศวิทยา ซึ่งเป็นวิชาแขนงหนึ่งในทางชีววิทยา เมื่อปี ค.ศ. 1866 เอิร์น แฮคเคิล (Ernst Haeckel) นักสัตววิทยาชาวเยอรมันได้ตั้งชื่อวิชานี้ว่า Oekologie หรือ Ecology เป็นคำที่มาจากภาษากรีก คือ Oikos หมายถึง ถิ่นที่อยู่อาศัย (Habitat) กับ Logos หมายถึง การศึกษา (Study) ปัจจุบันได้มีผู้ให้ความหมายของวิชานิเวศวิทยาอีกนัยหนึ่งว่า เป็นการศึกษาถึงโครงสร้าง (Structure) และหน้าที่ (Function) ของระบบธรรมชาติ (นิวัติ เรืองพานิช, 2546 : 20)

นิเวศวิทยาแปลมาจากภาษาอังกฤษว่า Ecology ซึ่งมาจากคำสองคำ คือ Eco (oikos) หมายถึง house หรือบ้าน และคำ logy หมายถึง study หรือการศึกษา ถ้าแปลโดยตรงแล้ว หมายถึง ศาสตร์ที่ว่าด้วยการศึกษาเรื่องบ้าน โดยตามความหมายพื้นฐานแล้วนิเวศวิทยานั้น เป็นการศึกษาองค์ประกอบในบ้าน ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวนี้มีสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต ส่วน “บ้าน” ในที่นี้หมายถึง ธรรมชาติ หรืออาณาบริเวณ จึงอาจกล่าวได้ว่านิเวศวิทยานั้น เป็นศาสตร์ หรือเป็นการศึกษาองค์ประกอบในธรรมชาติ แต่การศึกษานั้นโดยแท้จริงแล้วต้องศึกษาพฤติกรรมของแต่ละสิ่งในธรรมชาติ ดังนั้น โอดุม (Odum, 1971) นักนิเวศวิทยารุ่นบุกเบิกได้ให้คำนิยามไว้ดังนี้ “นิเวศวิทยาเป็นศาสตร์แขนงหนึ่ง ว่าด้วยการศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม”

เกษม จันทรแก้ว (2546 : 52) ได้ให้ความหมายคำว่า นิเวศวิทยา หมายถึง การศึกษาทั้งหมด หรือรูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตหรือสิ่งแวดล้อมต่อสิ่งแวดล้อม

ศศิณา ดารา (2550 : 67) ได้ให้ความหมายคำว่า นิเวศวิทยา หมายถึง วิชาที่ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมในบริเวณที่อยู่อาศัยในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ในการศึกษาต้องจำกัดขอบเขตพื้นที่ให้เด่นชัด

สรุปได้ว่า นิเวศวิทยาเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่ง ซึ่งศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งความสัมพันธ์ภายในกลุ่มสิ่งมีชีวิตและระหว่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตด้วย

1.1 จุดมุ่งหมายของการศึกษานิเวศวิทยา

จุดมุ่งหมายของการศึกษานิเวศวิทยา มีดังนี้ (ศศิณา ดารา, 2550 : 67)

- 1) เพื่อให้เข้าใจเรื่องราวและปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศ
- 2) หากมีการประยุกต์ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสถานที่ใดที่หนึ่งสำหรับให้เป็นที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตก็จะได้ปรับสภาพให้เหมาะสมและเลียนแบบธรรมชาติมากที่สุด
- 3) ความรู้พื้นฐานทางนิเวศวิทยาจะเป็นเครื่องมือสำคัญในการอนุรักษ์และจัดการสิ่งแวดล้อม โดยมีหลักการที่มุ่งรักษาความสมดุลของธรรมชาติ ซึ่งหมายถึงสรรพสิ่งในระบบนิเวศ

1.2 โลกทัศน์ทางนิเวศวิทยา

โลกทัศน์ทางนิเวศวิทยามีปรัชญาพื้นฐานอยู่ที่ปฏิสัมพันธ์ (Interaction) และความเกี่ยวพันเชื่อมโยง (Connectedness) ที่มีประเด็นหลักสรุปได้ ดังนี้ จิราภรณ์ คชเสนี (2553 : 5)

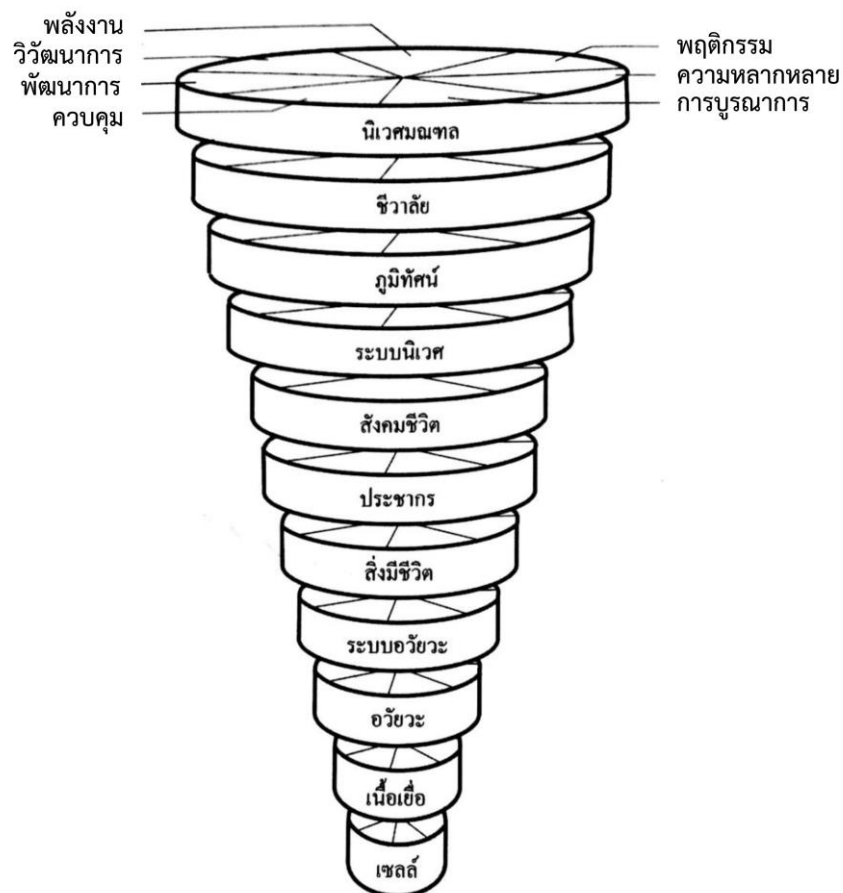
- 1) สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตทั้งปวง ล้วนเป็นส่วนหนึ่งของสายใยแห่งชีวิตที่แยกออกจากกันไม่ได้ (Ontological interconnectedness)
- 2) การดำรงอยู่หรือความเป็นตัวตนของชีวิต คือการแสดงออกถึงความเกี่ยวพันเชื่อมโยงและบริบทของการดำรงอยู่ (Internal relations)
- 3) การทำความเข้าใจความเป็นชีवालย์ จำเป็นต้องสังเคราะห์ความเกี่ยวพันเชื่อมโยงและปฏิสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ ไม่ใช่พิจารณาแต่เฉพาะส่วนประกอบเท่านั้น (Holism) ต้องทำความเข้าใจระบบทั้งหมด
- 4) ชีวิตทั้งปวงของมนุษยชาติ เป็นผลเนื่องจากการบรรจบกันของธรรมชาติเดียวกัน (Naturalism)
- 5) เนื่องจากความเป็นจริงระหว่างชีวิตที่เป็นมนุษย์และชีวิตที่ไม่ใช่มนุษย์ในข้อ (4) ธรรมชาติส่วนที่ไม่ใช่มนุษย์จึงมีคุณค่าเหนือกว่าแค่เป็นเครื่องมือ ทรัพยากร ที่จะให้ประโยชน์ต่อมนุษยชาติ (Non-anthropocentrism)
- 6) มนุษย์ได้สร้างผลกระทบทางลบอย่างรุนแรงต่อโลก นำไปสู่ความจำเป็นต้องบัญญัติจริยธรรมสิ่งแวดล้อมและกำหนดวาระทางการเมือง ซึ่งเป็นแนวคิดปรัชญาและกระแสการเคลื่อนไหวเพื่อก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างถึงรากฐานของสังคม ที่รู้จักกันว่านิเวศแนวลึก (Deep Ecology)

1.3 แนวความคิดพื้นฐานทางนิเวศวิทยา

นักชีววิทยาได้กำหนดขอบข่ายศาสตร์ทางนิเวศวิทยา โดยอาศัยหลักของชีววิทยาสเปกตรัม (biological spectrum) เริ่มตั้งแต่ เซลล์ (Cells) เนื้อเยื่อ (Tissues) อวัยวะ (Organs) สิ่งมีชีวิต (Organisms) ประชากร (population) สังคม (Community) ระบบนิเวศ (ecosystems) และชีवालย์ (Biosphere) ซึ่งแต่ละหน่วยจะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยการถ่ายทอดพลังงานและสสาร ทำให้เกิดระบบชีวิต (Biosystem) ที่มีคุณสมบัติเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละระบบในแง่ของโครงสร้างและการทำงาน

จิราภรณ์ คชเสนี (2553 : 27-28) ได้อธิบายว่า ระบบชีวิต หมายถึง ระบบที่เกิดจากหน่วยทางชีววิทยาในแต่ละลำดับเข้ามาปฏิสัมพันธ์กับองค์ประกอบต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อม เกิดจากการจัดองค์กรที่มีรูปแบบเฉพาะเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ในทุกลำดับขั้นของระบบชีวิตนั้น จะเห็น

ระบบที่มีโครงสร้างและการทำงานจนเป็นองค์รวมหนึ่งเดียว ซึ่งประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ แต่ในขณะเดียวกัน ระบบนั้นก็จะทำหน้าที่เป็นระบบย่อยของระบบที่ใหญ่กว่า ดังนั้น จึงสามารถแสดงการจัดองค์กรเป็นลำดับชั้นทางนิเวศวิทยา ตั้งแต่เซลล์จนถึงระบบนิเวศวิทยาโลกหรือชีวาลัย (Biosphere) หรือนิเวศมณฑล (Ecosphere) ซึ่งเป็นที่รวมของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดบนโลกเข้ามามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทางกายภาพเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน โดยมีกระบวนการและกลไกที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดพลังงาน พัฒนาการ วิวัฒนาการ การควบคุม พฤติกรรม ความหลากหลาย และการบูรณาการเข้าด้วยกัน ทำหน้าที่ผ่านลำดับชั้นทั้งหมด สร้างความเชื่อมโยงระหว่างลำดับชั้นต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกันได้ แสดงดังภาพที่ 3.1 ในแต่ละลำดับชั้นที่สูงขึ้นความสลับซับซ้อนทางชีววิทยา (Biological complexity) ก็จะเพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว



ภาพที่ 2.1 ขอบเขตของนิเวศวิทยา (Biological spectrum)

ที่มา : จิราภรณ์ คชเสนี, 2553 : 28

2. ความหมายของระบบนิเวศ

โอดุม (Odum) (1971 : 41) กล่าวว่า ระบบนิเวศ หมายถึง หน่วยพื้นที่หนึ่งทีประกอบด้วยสังคมของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมทำหน้าที่ร่วมกัน

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2536 : 120) ให้ความหมายของระบบนิเวศ หมายถึง โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ กับบริเวณสิ่งแวดล้อมที่มีสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ดำรงชีวิตอยู่

ราตรี ภารา (2540 : 22) กล่าวว่า ระบบนิเวศ หมายถึง ระบบที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตด้วยกัน และระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งที่อยู่ ซึ่งทำให้เกิดการโยกย้ายถ่ายเทสสารและพลังงานเป็นวัฏจักร

เกษม จันทรแก้ว (2547 : 333) ให้ความหมายของระบบนิเวศ คือ หน่วยพื้นที่หนึ่งทีประกอบด้วยกลุ่มสิ่งมีชีวิต สิ่งไม่มีชีวิต สิ่งแวดล้อมทางสังคม สิ่งที่เกิดตามธรรมชาติ สิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น สิ่งที่เป็นพิษภัยหรือสิ่งที่มีคุณประโยชน์ ซึ่งอาจจะมีเพียงกลุ่มเดียว หรือหลาย ๆ กลุ่มรวมกันก็ได้

ปรียา บุญศิริ (2548 : 136) ให้ความหมายของระบบนิเวศว่า หมายถึง หน่วยพื้นที่หนึ่งทีมีสิ่งมีชีวิต กับสิ่งแวดล้อมอยู่ร่วมกันและมีความสัมพันธ์ต่อกัน ความสัมพันธ์นี้มี 2 ลักษณะ คือ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตที่แวดล้อมอยู่ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง

ศศิณา ภารา (2550 : 68) อธิบายว่า ระบบนิเวศ หมายถึง หน่วยพื้นที่หนึ่งทีประกอบด้วยระบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ในบริเวณที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ ซึ่งสิ่งแวดล้อมอาจเป็นสิ่งมีชีวิตหรือสิ่งที่มีชีวิตก็ได้

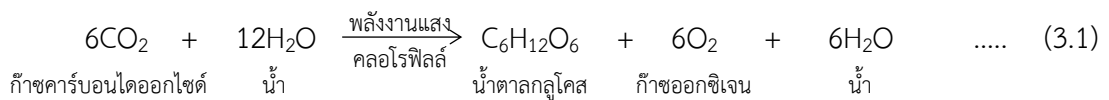
สรุปได้ว่า ระบบนิเวศ หมายถึง หน่วยพื้นที่หนึ่งทีประกอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งสิ่งแวดล้อมอาจมีชีวิตหรือไม่มีชีวิตก็ได้

2.1 องค์ประกอบของระบบนิเวศ

ระบบนิเวศทุก ๆ ระบบจะมีโครงสร้างที่กำหนดโดยชนิดของสิ่งมีชีวิตเฉพาะอย่างที่อยู่ในระบบนั้น ๆ แต่ละระบบนิเวศจะประกอบด้วยประชากร ชุมชน และสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันออกไป ถึงแม้ว่าระบบนิเวศบนโลกจะมีความหลากหลายแต่มีโครงสร้างที่คล้ายคลึงกัน องค์ประกอบของระบบนิเวศประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ องค์ประกอบที่เป็นสิ่งมีชีวิต และองค์ประกอบที่เป็นสิ่งไม่มีชีวิต ซึ่งมีรายละเอียดสรุปได้ ดังนี้ (ศศิณา ภารา, 2550 : 70 - 72)

2.1.1 องค์ประกอบที่มีชีวิต (Biotic components) ได้แก่ สิ่งมีชีวิตทุกชนิด คือ พืช สัตว์ จุลินทรีย์ จำแนกตามลำดับขั้นของการบริโภคเป็น 2 ประเภท คือ องค์ประกอบที่สร้างอาหารได้เอง (Autotrophic component) และองค์ประกอบที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองไม่ได้ (Heterotrophic component) สามารถจำแนกองค์ประกอบที่เป็นสิ่งมีชีวิตตามบทบาทหน้าที่ได้ 3 ชนิด ดังต่อไปนี้

1) ผู้ผลิต (Producer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารได้เอง โดยวิธีการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) มีบทบาทสำคัญมาก เนื่องจากเป็นส่วนเริ่มต้น และเชื่อมต่อระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ สิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทเป็นผู้ผลิต ได้แก่ พืชใบเขียว แพลงก์ตอนพืช และแบคทีเรียบางชนิด ซึ่งพืชเหล่านี้จะต้องมีรงควัตถุสีเขียว หรือคลอโรฟิลล์ดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ให้เป็นพวกแป้งและน้ำตาล ดังสมการที่ 3.1 ซึ่งเป็นสมการที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช



2) ผู้บริโภค (Consumer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง ต้องบริโภคสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

2.1) ผู้บริโภคปฐมภูมิ (Primary consumer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่กินพืชเป็นอาหารเพียงอย่างเดียว เรียกว่า ผู้บริโภคพืช (Herbivores) เช่น กระจ่าง วัว ควาย ช้าง ม้า ปลาที่กินพืชเล็ก ๆ เป็นต้น

2.2) ผู้บริโภคทุติยภูมิ (Secondary consumer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่กินสัตว์ด้วยกันเป็นอาหารเพียงอย่างเดียว เรียกว่า ผู้บริโภคสัตว์ (Carnivores) บางครั้ง เรียกว่า Heterotroph เช่น เสือ สุนัขจิ้งจอก สิงโต เป็นต้น

2.3) ผู้บริโภคตติยภูมิ (Tertiary consumer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร รวมถึงสัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหาร เรียกว่า ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ (Omnivores) เช่น นก ไก่ หมู สุนัข แมว เป็นต้น นอกจากนี้ยัง ได้แก่ สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในระดับขั้นการบริโภคสูงสุด (Top carnivores) ซึ่งหมายถึง สัตว์ที่ไม่ถูกกินโดยสัตว์อื่น ๆ ต่อไป เป็นสัตว์ที่อยู่ในอันดับสุดท้ายของการถูกบริโภคเป็นอาหาร เช่น มนุษย์ เป็นต้น

3) ผู้ย่อยสลาย (Decomposer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง จะได้อาหารโดยการสร้างเอนไซม์ออกมาย่อยสิ่งมีชีวิต ของเสีย กากอาหาร ให้เป็นสารที่มีขนาดโมเลกุลเล็กลง แล้วดูดซึมไปใช้เป็นอาหารบางส่วน ส่วนที่เหลือจะสะสมเป็นแหล่งธาตุอาหารกลับคืนสู่ระบบนิเวศ ทำให้เกิดการหมุนเวียนแร่ธาตุในระบบนิเวศ เช่น เห็ดรา จุลินทรีย์ แบคทีเรีย เป็นต้น

2.1.2 องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต (Abiotic components) ระบบนิเวศแต่ละระบบจะมีองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตที่สำคัญ 3 ประเภท คือ อินทรีย์สาร อนินทรีย์สาร และสภาพแวดล้อมทางกายภาพ

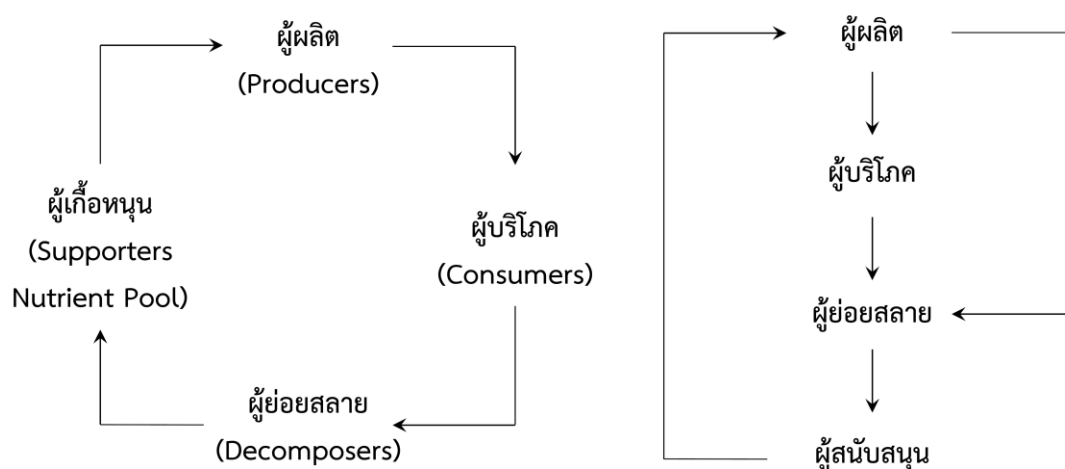
1) อินทรีย์สารหรือสารอินทรีย์ (Organic substances) เป็นสารที่มาจากสิ่งมีชีวิต ซึ่งอาจมาจากพืชหรือสัตว์ก็ได้ สารอินทรีย์อยู่ในรูปของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน อีวามัส และสารอินทรีย์เคมีอื่น ๆ ที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต และเป็นองค์ประกอบหลักที่สิ่งมีชีวิตใช้เป็นส่วนประกอบของร่างกาย สารอินทรีย์เหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต

2) อนินทรีย์สารหรือสารอนินทรีย์ (Inorganic substances) เป็นสารที่ได้มาจากแร่ธาตุและองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ไม่ได้มาจากสิ่งมีชีวิต แต่เป็นส่วนของธาตุต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำ ดิน หิน ธาตุอาหารพืช หรืออยู่ในรูปก๊าซต่าง ๆ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส คาร์บอน ซัลเฟอร์ เป็นต้น สารอนินทรีย์มีบทบาทหน้าที่เกี่ยวข้องกับการหมุนเวียนของแร่ธาตุในวัฏจักร เป็นสิ่งจำเป็นเพราะร่างกายนำไปใช้สร้างองค์ประกอบต่าง ๆ ของเซลล์และใช้ในการดำรงชีวิต

3) สภาพแวดล้อมทางกายภาพ (Physical environment) เป็นสภาพที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างพลังงานจากดวงอาทิตย์ สารเคมี และโครงสร้างของเปลือกโลกภายในระบบ

นิเวศ เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเสริมสร้างความมั่นคง และการกำหนดชี้ประเภทของระบบนิเวศ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง ลม ฝน ความเค็มของ กระแสน้ำในทะเลและมหาสมุทร เป็นต้น

การทำงานขององค์ประกอบในระบบนิเวศ จะมีบทบาทแตกต่างกันไป ทำให้ องค์ประกอบแตกต่างกันไป โดยแบ่งตามหน้าที่จะแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มแร่ธาตุอาหาร (Nutrient pool หรือ Abiotic component) หรือผู้สนับสนุน (Supporters) ให้แร่ธาตุต่อผู้ผลิตแล้ว มีการบริโภคโดยผู้บริโภค และเมื่อกลุ่มของผู้ผลิตและผู้บริโภคตายลง จะถูกย่อยสลายตัวด้วยผู้ย่อย สลายเพื่อแปรสภาพ ให้เป็นธาตุอาหารให้กับผู้ผลิตต่อไป (นิลนารถ เจริญโภคธราศ, 2546 : 63-64) ดัง ภาพที่ 3.2



ภาพที่ 2.2 องค์ประกอบแบ่งตามหน้าที่ภายในระบบนิเวศและทิศทางการทำงานในกระบวนการนิเวศวิทยา

ที่มา : ปรับปรุงจาก เกษม จันทรแก้ว, 2547 : 59

2.2 ประเภทของระบบนิเวศ

2.2.1 การจำแนกระบบนิเวศโดยใช้ลักษณะการถ่ายทอดพลังงาน

การจำแนกระบบนิเวศโดยใช้ลักษณะการถ่ายทอดพลังงานและสารอาหารเป็นเกณฑ์ สามารถแบ่งระบบนิเวศออกเป็น 3 ระบบ ดังนี้ (ศศิณา ภารา, 2550 : 76)

1) ระบบนิเวศปิด (Closed ecosystem) เป็นระบบนิเวศที่มีการถ่ายทอดเฉพาะพลังงาน ไม่มีการถ่ายทอดสารอาหารระหว่างระบบนิเวศ ได้แก่ ระบบนิเวศในตู้ปลา อ่างเลี้ยงปลา หรือระบบนิเวศที่มนุษย์สร้างขึ้น

2) ระบบนิเวศเปิด (Opened ecosystem) เป็นระบบนิเวศที่มีการถ่ายทอดทั้งสารอาหารและพลังงาน จากระบบนิเวศหนึ่งไปยังอีกระบบนิเวศหนึ่ง เป็นระบบนิเวศตามธรรมชาติที่พบได้ทั่วไปบนโลกนี้

3) ระบบนิเวศอิสระ (Isolated ecosystem) เป็นระบบนิเวศที่ไม่มีทั้งการถ่ายทอดพลังงานและสารอาหารเป็นระบบนิเวศอยู่ในจินตนาการ ระบบนิเวศแบบนี้ ไม่พบในสภาพธรรมชาติ แต่เป็นระบบนิเวศที่นักนิเวศวิทยาพยายามคิดค้นขึ้น

2.2.2 การจำแนกระบบนิเวศโดยใช้ลักษณะทางกายภาพ

การจำแนกระบบนิเวศโดยใช้ลักษณะทางกายภาพและชนิดของสิ่งมีชีวิตเป็นเกณฑ์ สามารถจำแนกระบบนิเวศเป็น 2 ประเภท สรุปได้ดังนี้ (ประยูร วงศ์จันทร์, 2555 : 33 - 36)

2.2.2.1 ระบบนิเวศภาคพื้นทวีป หรือระบบนิเวศบนบก แบ่งออกเป็น 7 ระบบ ได้แก่

1) ระบบนิเวศป่าดิบชื้น (Tropical rain forest ecosystem) บริเวณนี้อุณหภูมิมีความแปรผันเล็กน้อยระหว่าง 65-95 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 50-60 นิ้วต่อปีความชื้นสูง ผิวดินมีซากอินทรีย์สารมากและมีอัตราการย่อยสลายซากมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับระบบนิเวศภาคพื้นดินทุกระบบ ดังนั้น บริเวณป่าดิบชื้นจึงมีสิ่งมีชีวิตมากมายหลายชนิด พืชที่เป็นพันธุ์ไม้เด่นบริเวณป่าดิบชื้น เช่น ไม้ยาง ไม้ตะเคียน เป็นต้น นอกจากนี้ ยังพบพันธุ์ไม้พื้นล่างหนาแน่นในบริเวณที่แสงส่องไม่ถึง เช่น เฟิร์น หวาย เถาวัลย์ เอปิไทท์ เป็นต้น ส่วนพันธุ์สัตว์ที่มักพบในระบบนี้ เช่น หมูป่า ช้างป่า เป็นต้น ระบบนิเวศป่าดิบชื้นมักพบในบริเวณแนวศูนย์สูตรของโลก บริเวณทวีปแอฟริกาตอนกลาง เอเชียตอนใต้ อเมริกากลาง และลุ่มน้ำอะเมซอนทวีปอเมริกาใต้

2) ระบบนิเวศป่าผลัดใบ (Deciduous forest ecosystem) หรือที่เรียกว่าป่าเบญจพรรณ หรือป่าเต็งรัง ป่าผลัดใบมีลักษณะเด่น คือ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 นิ้วต่อปี ผิวดินมีซากอินทรีย์สารมาก แต่อัตราการย่อยสลายซากรองจากระบบนิเวศป่าดิบชื้น สิ่งมีชีวิตไม่หนาแน่นเหมือนระบบนิเวศป่าดิบชื้น พันธุ์พืชที่พบในบริเวณป่าผลัดใบมักเป็นไม้ตระกูลยาง เช่น ต้นเต็ง ต้นรัง เป็นต้น พืชตระกูลก่อ เช่น ต้นก่อพะ เป็นต้น ตระกูลไม้แดง ตระกูลไม้ประดู่ ซึ่งไม้พวกนี้มักจะออกดอกในฤดูแล้ง และแตกใบอ่อนในฤดูฝน ไม้พื้นล่าง ได้แก่ เถาวัลย์และเอปิไทท์ จะพบน้อยกว่าป่าดิบชื้น ส่วนใหญ่จะเป็นหญ้าแพ็ก ส่วนพันธุ์สัตว์ที่พบ เช่น กวาง เก้ง เม่น ตุ่น สุนัขจิ้งจอก เป็นต้น ระบบนิเวศป่าผลัดใบมักพบในเขตอบอุ่น เขตอบอุ่นในซีกโลกใต้ อินโดนีเซีย ตอนกลางของอเมริกาใต้ และตอนเหนือของออสเตรเลีย

3) ระบบนิเวศทุ่งหญ้าอ่อน (Temperate grassland ecosystem) ระบบนิเวศแบบนี้มักพบบริเวณถัดจากด้านเหนือและใต้ของระบบนิเวศป่าดงดิบ บริเวณเขตร้อน ลักษณะเด่นของระบบนิเวศทุ่งหญ้า มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10-30 นิ้วต่อปี ฤดูแล้งยาวนาน อากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งในฤดูหนาว ส่งผลให้ภูมิอากาศในฤดูหนาวเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของพืชที่ขึ้นในระบบนิเวศทุ่งหญ้าอบอุ่น พืชที่เด่นและพบบ่อยในระบบนิเวศนี้ได้แก่ หญ้าชนิดต่าง ๆ ที่มีความสูงประมาณ 5-8 ฟุต เช่น ทานตะวัน ถั่ว เฟิร์น เป็นต้น ส่วนพันธุ์สัตว์ที่พบ เช่น ม้าลาย กระรอก วัวไบสัน เป็นต้น

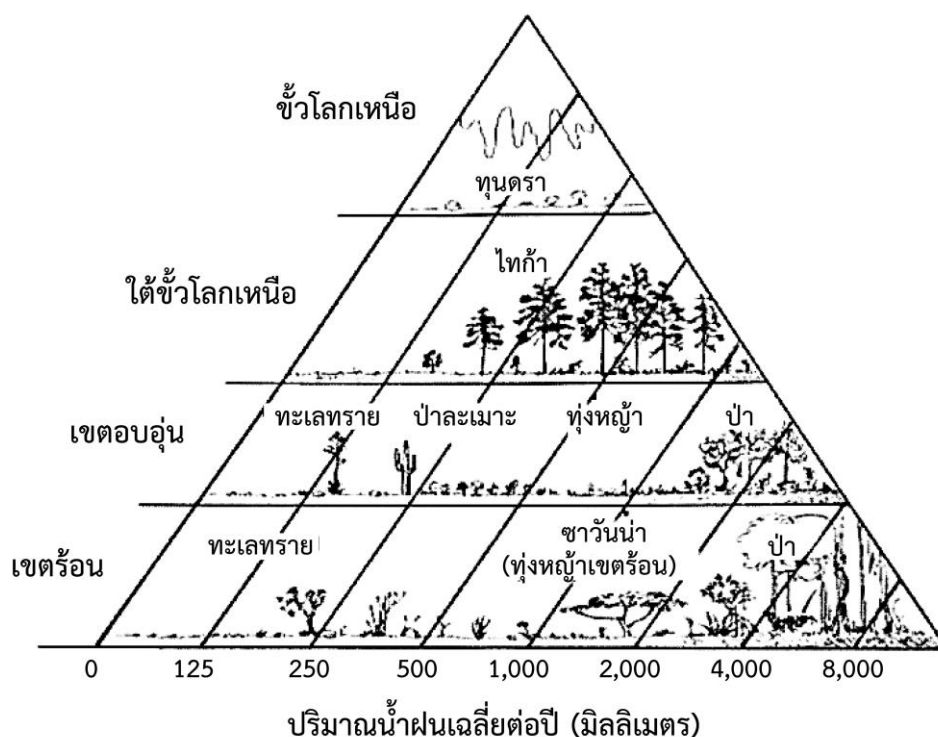
4) ระบบนิเวศทุ่งหญ้าเขตร้อน (Tropical grassland ecosystem) ระบบนิเวศแบบนี้มักพบในเขตภูมิอากาศร้อน มีฤดูแล้งยาวนาน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 40-60 นิ้วต่อปี พันธุ์ไม้เด่นที่พบมักเป็นพวกไม้ล้มลุก มีพวกไม้พุ่มและไม้ยืนต้นพวกตระกูลถั่วบ้างเล็กน้อย ซึ่งไม้พวกนี้จะออกดอกในฤดูแล้งทนไฟได้ดี ส่วนพันธุ์สัตว์ที่พบ เช่น ควายป่า แรด จิงโจ้ สิงโต สุนัขป่า เป็นต้น ระบบนิเวศทุ่งหญ้าเขตร้อนพบที่บริเวณประเทศจีนและอินเดียบางส่วน ตอนกลางแอฟริกา

5) ระบบนิเวศทะเลทราย (Desert ecosystem) ลักษณะระบบนิเวศทะเลทรายมักมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยไม่เกิน 10 นิ้วต่อปี อุณหภูมิสูงมาก ดังนั้นสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยในบริเวณดังกล่าวต้องมีการปรับตัวทางด้านพฤติกรรม เช่น หนูอาศัยอยู่ในช่วงกลางวัน แต่ออกหาอาหารในตอนกลางคืน บางชนิดปรับตัวทางโครงสร้าง เช่น การเปลี่ยนโครงสร้างของใบ

เป็นหนามแทนเพื่อการลดการคายน้ำของพืช หรือปรับตัวทางสรีระ เช่น ต้นตะบองเพชรมีปากใบที่ฝังลึกในลำต้น เป็นต้น พันธุ์พืชที่พบมีน้อยมากและกระจุกกระจาย ส่วนใหญ่มักเป็นพุ่มเตี้ย มีหนาม มีสารคิวตินเคลือบ และผลิตเมือกที่ทนต่อสภาพแห้งแล้ง สัตว์ที่พบในระบบนิเวศทะเลทราย ได้แก่ แมลงชนิดต่าง ๆ คางคก นก เป็นต้น ระบบนิเวศแบบนี้ พบในบริเวณประเทศเม็กซิโก บริเวณตีนเขาแอนดีส ประเทศแอฟริกา บริเวณเขตซาฮารา ทะเลทรายโกบี และบริเวณชายฝั่งด้านเหนือของมหาสมุทรอินเดียและออสเตรเลีย

6) ระบบนิเวศทุนดรา (Tundra ecosystem) มีหิมะปกคลุมหนาแน่นในฤดูหนาวและฤดูใบไม้ผลิ อุณหภูมิเย็นจัด ฤดูร้อนได้รับแสงอาทิตย์ตลอด 24 ชั่วโมง ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 4-20 นิ้วต่อปี ดินมักขาดธาตุไนโตรเจน ฟอสเฟต พืชเด่นที่พบในระบบนิเวศ เช่น หญ้าในสกุลต่าง ๆ ส่วนสัตว์ที่พบ เช่น กวางคาริบู กวางเรนเดียร์ หมีขั้วโลก แมลง นกบางชนิด เป็นต้น ระบบนิเวศนี้ มักพบบริเวณเทือกเขาทิเบต เทือกเขาร็อกกี บริเวณทางขั้วโลกเหนือ

7) ระบบนิเวศไทกา หรือป่าสน (Taiga or Coniferous forest ecosystem) เป็นระบบนิเวศที่มีลักษณะคล้ายเขตทุนดรา แต่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 25 นิ้วต่อปี อุณหภูมิเย็นน้อยกว่าเขตทุนดรา มีอัตราการย่อยสลายน้อย เนื่องจากสภาพภูมิอากาศที่มีความเย็นสูง ดินมีสภาพเป็นดินกรด และปริมาณน้ำฝนน้อย ส่งผลให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์น้อย พันธุ์พืชไม้เด่นที่พบมักมีการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับโครงสร้างและการเจริญเติบโตไม่มากนัก เช่น ไม้สนสองใบ สนสามใบ เป็นต้น สัตว์ที่พบในระบบนิเวศนี้ เช่น กระต่ายป่า แมวป่า สุนัขป่า กระรอก นก เป็นต้น ระบบนิเวศแบบนี้มักพบบริเวณซีกโลกเหนือ ด้านเหนือของแคนาดา และด้านเหนือกลุ่มประเทศสแกนดิเนเวีย



ภาพที่ 2.3 ระบบนิเวศภาคพื้นทวีป
ที่มา : ประยูร วงศ์จินตรา, 2555 : 35

2.2.2.2 ระบบนิเวศภาคพื้นน้ำ หรือระบบนิเวศแหล่งน้ำ จำแนกโดยใช้

ความเค็มเป็นเกณฑ์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) ระบบนิเวศน้ำเค็ม (Oceanic ecosystem) น้ำเค็มในโลกมีประมาณ 360 ล้านตารางกิโลเมตร (ประยูร วงศ์จันทร์, 2555 : 35) ซึ่งความเค็มของน้ำในระบบมีค่าสูงมากกว่า 35 ppt และระดับความลึกของน้ำทะเลแตกต่างกัน เพราะฉะนั้นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในระบบน้ำเค็มจึงมีการแพร่กระจายสูงสุด โดยเฉพาะบริเวณเขตชายฝั่ง ระบบนิเวศน้ำเค็มจำแนกตามความลึกของน้ำทะเลเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1.1) พืลาจิต ดิวิชัน (Pelagic Division) เป็นระบบนิเวศบริเวณผิวน้ำจากชายฝั่งออกไปจนหมดเขตของไหล่ทวีป เรียกว่า แนวชายฝั่ง (Littoral zone) มีความลึกไม่เกิน 600 ฟุต (100-200 เมตร) แสงแดดส่องถึง อุณหภูมิไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก คืออยู่ระหว่าง 26-30 องศาเซลเซียส ธาตุอาหารเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่และเป็นปัจจัยจำกัดของระบบนิเวศ ดังนั้น จึงมีสิ่งมีชีวิตพืชและสัตว์ที่อาศัยบริเวณผิวน้ำแพร่กระจายสูง เช่น สาหร่าย แพลงก์ตอนเนคตอน แมงกะพรุน กุ้ง ปู จิงโจ้น้ำเค็ม เต่า ปลาหมึก พะยูน โลมา ปลาวาฬ เป็นต้น

1.2) เบนทิก ดิวิชัน (Benthic division) เป็นระบบนิเวศที่มีความลึกมากกว่า 600 ฟุตขึ้นไป หรือที่เรียกว่า สะดือทะเล และก้นมหาสมุทร สิ่งมีชีวิตมักอาศัยตามพื้นทะเลที่เป็นหุบเหว สิ่งมีชีวิตพวกที่อาศัยในระบบนี้เรียกว่า เบนโทส ส่วนใหญ่มักเป็นสิ่งมีชีวิตพวกแบคทีเรียต่าง ๆ สัตว์และพืชที่กินอาหารพวกซากอินทรีย์ เช่น สาหร่าย ไดอะตอม ฟองน้ำ ปะการัง ปู กุ้ง ดาวทะเล เม่นทะเล ปลิงทะเล ดอกไม้ทะเล เป็นต้น

2) ระบบนิเวศน้ำกร่อย (Brackish water) หรือชะวากทะเล (Estuaries) หรือระบบนิเวศป่าชายเลน เป็นระบบนิเวศที่มีการผสมกันระหว่างน้ำจืดและน้ำเค็ม เอกลักษณ์ของระบบนิเวศน้ำกร่อย คือ ความเค็มอยู่ระหว่าง 1-35 ppt มีปรากฏการณ์น้ำขึ้น น้ำลง กระแสน้ำเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และที่สำคัญมีอัตราการย่อยสลายซากอินทรีย์สารสูงเมื่อเทียบกับระบบนิเวศต่าง ๆ ทั้งในระบบภาคพื้นทวีป และภาคพื้นน้ำ ส่งผลให้ระบบนิเวศมีธาตุอาหารหมุนเวียนจากการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตในระบบนี้มากที่สุด จากการที่บริเวณดังกล่าวมีปัจจัยทางกายภาพที่เหมาะสมและเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ดังนั้น สิ่งมีชีวิตที่อาศัยต้องมีการปรับตัวทางสรีระและรูปร่างเพื่อให้สอดคล้องกับปัจจัยทางกายภาพเหล่านั้น เช่น ระบบรากแบบค้ำจุนในต้นโกงกางรากหายใจในดินแฉะ เพื่อช่วยในการค้ำจุนลำต้นไม่ให้ล้มลงในขณะที่มีกระแสน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้ พืชที่ขึ้นบริเวณป่าชายเลนมักพบต่อมเกลือเพื่อขับเกลือที่เป็นส่วนเกินออก ส่วนสัตว์น้ำมักมีเกล็ดหรือเปลือกหนา หรือมีเมือกที่ลำตัว เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากลำตัว เช่น กุ้งกุลาดำ กุ้งแชบ๊วย ปลากะบอก ปลากะพง เป็นต้น มักพบบริเวณป่าชายเลน (Mangrove forest) ปากแม่น้ำ อ่าว ซึ่งกระจายอยู่ในเขตร้อนแถบเส้นศูนย์สูตร

3) ระบบนิเวศน้ำจืด (Freshwater ecosystem) เป็นระบบนิเวศที่ไม่มีน้ำเค็ม ซึ่งสามารถจำแนกโดยใช้ความเร็วของกระแสน้ำเป็นเกณฑ์ แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

3.1) แบบแหล่งน้ำนิ่ง (Lentic habitat) ระบบนิเวศแบบนี้จะเป็นพวกทะเลสาบ หนอง บ่อ บึง มีความลึกไม่เกิน 15 เมตร ไม่มีการไหลของน้ำ ปริมาณออกซิเจนต่ำ การหมุนเวียนสารอาหารค่อนข้างต่ำ เช่น ทะเลสาบกว๊านพะเยา ทะเลสาบหนองหาน เป็นต้น เพราะฉะนั้นสัตว์ที่อาศัยบริเวณนี้มักต้องการออกซิเจนต่ำ มีครีบสั้น ฤดูผสมพันธุ์ใหญ่ เพื่อช่วยในการ

ลอยตัว เช่น ปลาไหล หนองแดง หอยฝาเดียว สองฝา แพลงก์ตอนน้ำจืด เป็นต้น ส่วนพืชที่พบ เช่น กก บัว กระจูด สาหร่ายหางกระรอก เป็นต้น

3.2) แบบแหล่งน้ำไหล (Lotic habitat) ระบบนิเวศแบบนี้ ได้แก่ แม่น้ำลำคลอง เป็นบริเวณที่มีการไหลของน้ำตลอดเวลา ทำให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหาร สูงกว่าระบบนิเวศแหล่งน้ำนิ่ง ปริมาณออกซิเจนสูง เพราะฉะนั้นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยบริเวณแม่น้ำต้องมีการปรับตัวทางด้านสรีระและพฤติกรรม เช่น มีถุงลมขนาดเล็กช่วยในการลอยตัว มีครีบยาว และแข็งแรงเพื่อช่วยในการเคลื่อนที่ เหงือกช่วยในการหายใจ เป็นต้น สัตว์ที่พบในทะเลน้ำไหล เช่น ปลา เนื้ออ่อน ปลากะตัก เป็นต้น ส่วนพืช เช่น สาหร่ายหางม้า แพลงก์ตอนพืช เป็นต้น

2.3 โครงสร้างระบบนิเวศ (Ecosystem structure)

ระบบนิเวศใด ๆ ไม่ว่าจะเป็นระบบนิเวศบนบกหรือในน้ำ จะมีโครงสร้างระบบนิเวศที่แตกต่างกันมากนัก โครงสร้างระบบนิเวศสามารถแบ่งโครงสร้างออกเป็น 2 แบบ ดังนี้ (จิราภรณ์ คชเสนี, 2555 : 87 - 88)

2.3.1 โครงสร้างที่พิจารณาในเชิงอาหาร ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชั้น คือ

1) ชั้นของสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารได้เอง (Autotrophic stratum) คือ ชั้นที่แสงส่องถึงที่ประกอบไปด้วยพืชสีเขียวเป็นหลัก ซึ่งสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงโดยใช้อนินทรีย์สารเปลี่ยนให้เป็นอินทรีย์สาร

2) ชั้นของสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง (Heterotrophic stratum) คือ ชั้นที่แสงส่องไม่ถึง มีดิน ตะกอน หรือสารที่กำลังย่อยสลาย มีกระบวนการย่อยสลายเป็นสำคัญ โดยประกอบไปด้วยสิ่งมีชีวิตที่กินสิ่งมีชีวิตอื่น (Biophage) และสิ่งมีชีวิตที่กินซาก (Saprophage)

2.3.2 โครงสร้างที่พิจารณาในเชิงชีววิทยา โดยพิจารณาจากควมมีชีวิตและความไม่มีชีวิต และวิธีการดำรงชีวิต ซึ่งสามารถจำแนกออกได้เป็น 6 ส่วน คือ

- 1) อนินทรีย์สารที่อยู่ในวงจรการหมุนเวียนสารอาหาร
- 2) ซากอินทรีย์ (Organic detritus) ซึ่งเชื่อมต่อระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต
- 3) ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ พื้นที่ (Space) แหล่งที่อยู่อาศัย (Habitat) สิ่งที่มีชีวิต (Medium) พื้นที่ยึดจับ (Substratum) หรือดินฟ้าอากาศ
- 4) ผู้ผลิต (Producer) ได้แก่ พืช
- 5) ผู้บริโภคขนาดใหญ่ (Macroconsumer) หรือสิ่งมีชีวิตที่กินสิ่งมีชีวิตอื่น (Phototroph) คือ สิ่งมีชีวิตที่กินสิ่งมีชีวิตอื่น หรืออินทรีย์สาร ซึ่งได้แก่ สัตว์ เป็นส่วนใหญ่
- 6) ผู้บริโภคขนาดเล็ก (Microconsumer) หรือสิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตเกี่ยวกับการย่อยสลาย (Saprotroph) ผู้ย่อยสลาย (Decomposer) หรือสิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตด้วยการดูดซึม (Osmotroph) คือ สิ่งมีชีวิตกลุ่มที่ดำรงชีวิตอยู่ด้วยพลังงานจากการย่อยสลายอินทรีย์ที่ตายแล้ว หรือดูดเอาอินทรีย์สารที่ได้จากสิ่งมีชีวิตอื่นไปใช้ แล้วในที่สุดปล่อยออกมาเป็นอนินทรีย์สาร สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้ ได้แก่ แบคทีเรียและราเป็นสำคัญ แต่เนื่องจากระบบนิเวศบางระบบมีสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ และปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการย่อยสลาย ดังนั้น จึงให้ความสนใจกระบวนการและอัตราการย่อยสลายทั้งกระบวนการ มากกว่าจะสนใจเฉพาะสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศ

1. ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะแวดล้อมทางกายภาพกับสิ่งมีชีวิต

สภาวะแวดล้อมทางกายภาพมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตอย่างมาก ดังนั้น สิ่งมีชีวิตจึงต้องมีการปรับตัว (adaptation) เพื่อให้เหมาะสม อันเป็นผลให้สิ่งมีชีวิตนั้น ๆ มีโอกาสอยู่รอดในสภาพธรรมชาติได้มากยิ่งขึ้น ปัจจัยต่าง ๆ ในสภาพธรรมชาติจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน สรุปได้ดังนี้ (ประสงค์ หล้าสะอาด และ จิตเกษม หล้าสะอาด, 2549 : 9 - 11)

1.1 แสงสว่าง มีความสำคัญต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชและการมองเห็นของสัตว์ และยังมีอิทธิพลอื่น ๆ อีก เช่น

1) การออกหากินในเวลากลางคืนของค้างคาว นกเค้าแมว ผีเสื้อกลางคืน ซึ่งมีศัตรูน้อยกว่าในเวลากลางวัน

2) แสงเป็นปัจจัยจำกัดของกวางและนกบางชนิด โดยระบบสืบพันธุ์ของสัตว์พวกนี้ขึ้นอยู่กับเวลาของการได้รับแสงในแต่ละฤดู

3) แสงมีผลต่อการผลิตอาหาร โดยในฤดูร้อนในเวลากลางวันนาน ความเข้มของแสงมาก พืชจึงผลิตอาหารได้มากส่วนในฤดูหนาว เวลากลางวันสั้นลงและความเข้มของแสงน้อย อัตราการผลิตอาหารจึงลดลง

4) แสงเป็นตัวจำกัดการแพร่กระจายของพืช เช่น ข้าว ข้าวโพด อ้อย จะชอบแสงแดดมาก ส่วนกล้วยไม้ ชายผ้าสีดา เฟิร์นหลาย ๆ ชนิดชอบแสงรำไร เป็นต้น

5) แสงมีอิทธิพลต่อการเอนเข้าหาแสงของยอดอ่อนพืช โดยแสงมีอิทธิพลต่อการกระจายของออกซิน โดยออกซินจะเคลื่อนไปอยู่ด้านที่มีแสงน้อย ทำให้ด้านที่มีแสงน้อยแบ่งเซลล์ได้มากกว่า ยอดอ่อนจึงโค้งเข้าหาแสง

1.2 อุณหภูมิ มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต และเป็นผลให้สิ่งมีชีวิตต้องมีการปรับตัวเพื่อให้อยู่ในสภาพแวดล้อมนั้นได้ เช่น

1) การออกหากินของสัตว์ทะเลทราย (Desert animal) ในเวลากลางคืน เช่น หนูทะเลทราย (desert rat) ออกหาอาหารในเวลากลางคืน เนื่องจากในเวลากลางวันอุณหภูมิที่ผิวทรายสูงมาก มันจึงลงไปหลบซ่อนตัวอยู่ในรู ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าที่ผิวทราย เมื่อเวลากลางคืนอุณหภูมิที่ผิวทรายเป็นปกติแล้ว จึงออกหาอาหารกิน

2) อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อความเป็นอยู่ของสัตว์เลือดเย็น (Poikilothermous animal) อย่างมาก เนื่องจากอุณหภูมิของร่างกายเปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อม

3) การจำศีลของกบในฤดูหนาว (hibernation) โดยการเข้าไปอยู่ในรู โดยไม่กินอาหารเลย โดยกบใช้อาหารที่สะสมอยู่ภายในร่างกายที่ละน้อย ๆ เนื่องจากในฤดูหนาวสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม คือ อากาศหนาวจัดและขาดแคลนอาหาร เช่นเดียวกับการพักตัวในฤดูร้อนของสัตว์ทะเลทราย (estivation) ก็เนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมและขาดแคลนอาหารเช่นกัน

4) การอพยพย้ายที่อยู่อาศัยชั่วคราว (migration) ในฤดูหนาวของกวางบางชนิด โดยไปอยู่ในที่ที่อบอุ่นกว่า และมีอาหารมากกว่าแล้วจึงย้ายกลับมาอยู่ที่เดิมเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม การอพยพของนกนางแอ่น และนกปากห่างในฤดูหนาว จากสภาพอุณหภูมิต่ำทางตอนเหนือของทวีปเอเชียลงสู่ทางตอนใต้ของทวีป ซึ่งมีอุณหภูมิอบอุ่นกว่า

5) อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของพืชและสัตว์ โดยในเขตหนาวจะมีพืชและสัตว์น้อยกว่าในเขตอบอุ่นและเขตร้อน นอกจากนี้ อุณหภูมิยังเป็นตัวกำหนดชนิดของพืชเมืองหนาว เช่น แอปเปิ้ล สาลี่ กุหลาบเมืองหนาว เป็นต้น ส่วนพืชเมืองร้อน เช่น มะม่วง มะพร้าว อ้อย ข้าว เป็นต้น

1.3 ก๊าซ ที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต ได้แก่

1) ก๊าซออกซิเจน มีอยู่ในอากาศประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์ หรือ 210 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อลิตร และละลายอยู่ในน้ำประมาณ 6 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อลิตร (ประสงค์ หล้าสะอาด และ จิตเกษม หล้าสะอาด, 2549 : 10) ดังนั้น ก๊าซออกซิเจนในอากาศมักไม่ขาดแคลน แต่ก๊าซออกซิเจนในน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งน้ำขนาดเล็กมีโอกาสขาดแคลนมาก นอกจากนี้ ความเค็มและอุณหภูมิที่สูงขึ้น จะทำให้ออกซิเจนละลายได้น้อยลงด้วย

2) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีความสำคัญต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชในอากาศมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 0.3 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อลิตร ส่วนในน้ำมีประมาณ 47 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อลิตร ซึ่งมากกว่าในอากาศมาก ในเวลากลางวันพืชน้ำสังเคราะห์ด้วยแสงมากกว่าการหายใจ ในแหล่งน้ำจะมีก๊าซออกซิเจนสูงขึ้น แต่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะลดลง ส่วนในเวลากลางคืนทั้งพืชน้ำและสัตว์น้ำจะหายใจ ซึ่งจะทำให้ก๊าซออกซิเจนต่ำลง ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มปริมาณมากขึ้น นอกจากนี้ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำยังช่วยควบคุมสภาพความเป็นกรดเบส ของแหล่งน้ำด้วย

1.4 แร่ธาตุ มีความสำคัญต่อพืช ซึ่งเป็นผู้ผลิต และมีอิทธิพลต่อผู้บริโภคด้วยเนื่องจากผู้ผลิตเป็นอาหารของผู้บริโภค

1.5 ความเค็ม ความเค็มมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของพืช เนื่องจากความเค็ม เกิดจากการเพิ่มปริมาณของเกลือจะมีผลต่อการควบคุมสมดุลน้ำของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นปัจจัยในการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต ในปัจจุบันมีการทำนาเกลือทะเล (กึ่งเกลือดำ) ต้องมีการสูบน้ำเข้านา ซึ่งเป็นผลให้พื้นดินบริเวณนั้นเพิ่มความเค็มขึ้น ชาวนาซึ่งทำนาข้าวบริเวณใกล้ ๆ กัน จะเกิดปัญหาในการทำนาขึ้น เช่น พัทลุง นครศรีธรรมราช เป็นต้น นอกจากนี้ การทำนาเกลือสินเธาว์ในภาคตะวันออกฉียงเหนือมีอิทธิพลต่อพื้นดิน และแหล่งน้ำบริเวณนั้น ทำให้เกิดความเค็มร้อนแก่ประชาชนในพื้นที่ด้วย

1.6 น้ำและความชื้น น้ำเป็นองค์ประกอบของเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด และยังเป็นตัวร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ของเซลล์ น้ำเป็นตัวก่อให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ในสิ่งแวดล้อมในฤดูฝนพืชทั่วไปเขียวชอุ่มออกดอกแตกใบสะพรั่ง แต่ในฤดูร้อน (แล้ง) พืชแห้งและเหี่ยวเฉา ดังนั้น พืชและสัตว์จึงจำเป็นต้องปรับตัวเพื่อรักษาและสงวนน้ำไว้ เช่น

1) ตะบองเพชรที่อยู่ในทะเลทรายต้องปรับตัวให้ทนต่อสภาพแลดล้อมที่แห้งแล้ง และป้องกันสูญเสียน้ำโดยการเปลี่ยนแปลงใบไปเป็นหนามเพื่อลดการคายน้ำ และมีลำต้นที่อวบน้ำเก็บน้ำได้มาก

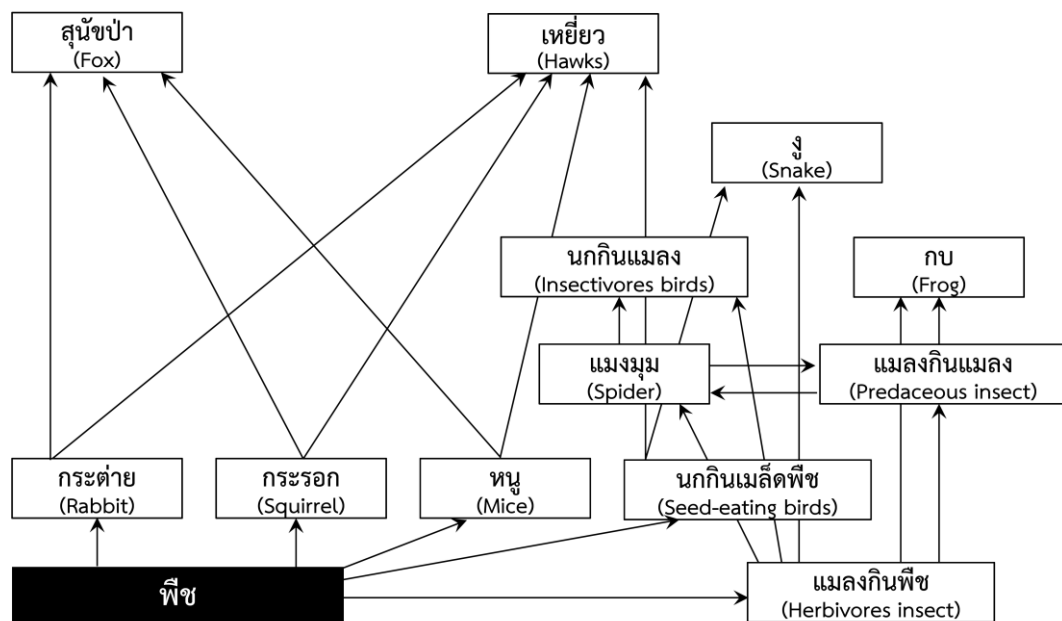
2) การผลัดใบของพืชในฤดูร้อน (แล้ง) ซึ่งเป็นการป้องกันการสูญเสียน้ำ โดยลดการคายน้ำลง

3) น้ำมีอิทธิพลต่อการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด เช่น กบ การสืบพันธุ์ต้องอาศัยน้ำในธรรมชาติโดยน้ำจะเป็นตัวกลางในการเคลื่อนที่ของสเปิร์มเพื่อผสมกับไข่ มอสและลิเวอร์เวิร์ท ก็ต้องอาศัยน้ำเป็นตัวกลางเช่นกัน ดังนั้น พืชพวกนี้จึงเจริญได้เฉพาะในบริเวณที่มีน้ำเพียงพอเท่านั้น

4) น้ำเป็นที่ว่างไขและเจริญของตัวอ่อนแมลงหลายชนิด เช่น ยุง เป็นต้น ดังนั้น ในฤดูฝนจึงพบว่า มียุงชุกชุมมาก และมีการระบาดของโรคที่มียุงเป็นพาหะมากด้วย เช่น ไข้เลือดออก ไข้มาลาเรีย เป็นต้น

2. ความสัมพันธ์เชิงอาหารของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

สิ่งมีชีวิตจะมีความสัมพันธ์กันในเชิงการกินอาหารโดยพืชทำหน้าที่เป็นผู้ผลิต สัตว์จัดเป็นผู้บริโภค และ จุลินทรีย์ต่าง ๆ จัดเป็นผู้ย่อยสลาย ความสัมพันธ์เชิงอาหารขึ้นอยู่กับขนาดของชุมชน และจำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิต หากชุมชนมีขนาดใหญ่ และมีจำนวนของสิ่งมีชีวิตมาก ความสัมพันธ์เชิงอาหารจะยุ่งยากและซับซ้อนมาก ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 3.4 ความสัมพันธ์เชิงอาหารของสิ่งมีชีวิตในชุมชนแห่งหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วย พืช กระต่าย กระรอก หนู นกกินเมล็ดพืช แมลงกินพืช คางคก นกกินแมลง แมลงกินแมลง แมงมุม งู นกเหยี่ยว หมาป่า ความสัมพันธ์เชิงอาหารของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ มีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 2.4 ความสัมพันธ์เชิงอาหารของสิ่งมีชีวิตในชุมชนแห่งหนึ่ง

2.1 ห่วงโซ่อาหาร (Food chain) เป็นลักษณะการกินกันเป็นทอด ๆ และมีลักษณะเป็นเส้นตรง ในแต่ละขั้นเป็นการถ่ายทอดพลังงานในรูปสารอาหารจากผู้ผลิตไปสู่ผู้บริโภค การไหลเวียนของพลังงานเป็นไปในทิศทางเดียวเสมอ พลังงานจะค่อยลดลงไปเรื่อย ๆ ตามแต่ละลำดับ

การเขียนโซ่อาหารจะใช้ลูกศรแสดงการถ่ายทอด โดยหัวลูกศรชี้ไปทางผู้บริโภค ปลายลูกศร แสดงถึงผู้ถูกบริโภค ดังสมการที่ 3.2

$$\text{หญ้า} \longrightarrow \text{แมลง} \longrightarrow \text{ไก่} \longrightarrow \text{คน} \quad \dots \quad (3.2)$$

ห่วงโซ่อาหาร มี 3 ประเภท คือ

2.1.1 ห่วงโซ่แบบจับกิน หรือแบบผู้ล่า (Grazing food chain) เป็นการถ่ายทอดจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคพืช ไปยังผู้บริโภคสัตว์ ไปยังผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ ดังสมการที่ 3.3 – 3.4

ผู้ผลิต → ผู้บริโภคพืช → ผู้บริโภคสัตว์ → ผู้บริโภคทั้งพืชสัตว์ (3.3)

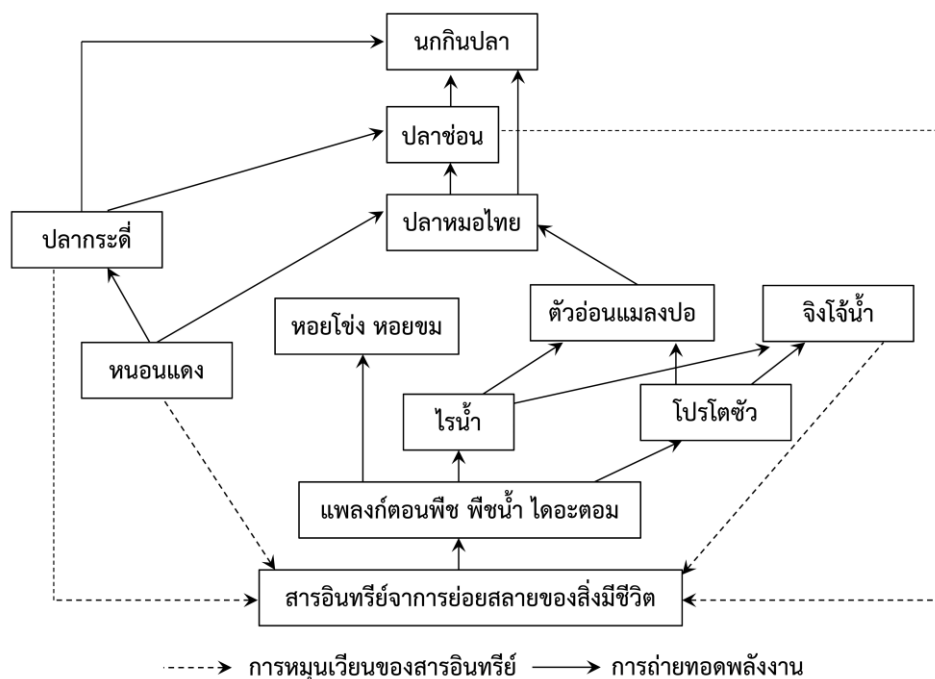
ผัก → หนอนแมลง → นก → แมว (3.4)

2.1.2 ห่วงโซ่แบบกินซาก (Detritus food chain) เป็นห่วงโซ่ที่เริ่มจากซากพืชซากสัตว์ ถูกย่อยสลายอินทรีย์สาร ให้กลายเป็นอนินทรีย์สารที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ด้วย ผู้ย่อยสลายได้แก่ จุลินทรีย์ต่าง ๆ

2.1.3 ห่วงโซ่แบบปรสิต (Parasitic food chain) เป็นห่วงโซ่ที่ประกอบด้วย ผู้ถูกอาศัย (Host) ซึ่งถูกเบียดเบียนโดยผู้อาศัย หรือปรสิต (Parasitic) ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า ดังสมการที่ 3.5

ไก่ → ไรไก่ → แบคทีเรีย → ไวรัส (3.5)

2.2 สายใยอาหาร (food web) ประกอบด้วยห่วงโซ่อาหารหลายสายเชื่อมโยงกัน แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ เนื่องจากในสภาพธรรมชาติทั่วไป การกินอาจไม่เป็นไปตามลำดับที่แน่นอน ผู้ล่าอาจล่าเหยื่อได้หลายชนิด ในขณะเดียวกันอาจจะตกเป็นเหยื่อของผู้ล่า ชนิดอื่น ๆ อีกหลายชนิด การถ่ายทอดพลังงาน มีความซับซ้อนมากขึ้น และมีความเกี่ยวข้องกับหลายห่วงโซ่อาหาร ตัวอย่างสายใยอาหารแสดงดังภาพที่ 3.5 สายใยอาหารในระบบนิเวศ



ภาพที่ 2.5 สายใยอาหารในระบบนิเวศ

3. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ระบบนิเวศหนึ่งประกอบด้วย ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมในบริเวณที่สิ่งมีชีวิตนั้นอยู่อาศัย สิ่งมีชีวิตที่รวมตัวอยู่ในระบบนิเวศ มีทั้งผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในหลายลักษณะ ยิ่งการกินกันเป็นทอด ๆ การเกื้อกูล และการทำลาย เพื่อให้เกิดความสมดุลในระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน และความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน

3.1 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน เมื่อมาอาศัยอยู่ร่วมกันในระบบนิเวศ จะอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ขนาด และปริมาณของประชากรที่อยู่ร่วมกันจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ชนิดของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น ซึ่งการอยู่ร่วมกันมีทั้งได้ประโยชน์ และเสียประโยชน์

3.1.1 ประโยชน์ของการอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่ม

1) เพิ่มโอกาสในการขยายพันธุ์ได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น สามารถดำรงเผ่าพันธุ์ต่อไปได้

2) ช่วยป้องกันอันตรายจากสภาพแวดล้อม เช่น เมื่ออากาศหนาวจัด สัตว์จำพวกนกเพนกวินจะรวมกลุ่มกัน การรวมฝูงของปลา ทำให้ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดีขึ้น และช่วยให้ผู้ล่าจับกินยากขึ้นด้วย

3) เพิ่มประสิทธิภาพการล่าเหยื่อได้มากยิ่งขึ้น เช่น การล่าเหยื่อเป็นฝูงของสิงโต ในอีกทางหนึ่ง ป้องกันการโจมตีไล่ล่าของศัตรู

4) ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการดำรงชีวิตได้ดียิ่งขึ้น เช่น พวกแมลงสังคม (social insects) ผึ้ง มด ปลวก มีการแบ่งหน้าที่การทำงาน ทำให้อาหารไม่ขาดแคลน มีที่อยู่คอยรองรับประชากรที่เพิ่มขึ้น และสามารถป้องกันอันตรายต่อกลุ่มได้

3.1.2 การเสียประโยชน์ของการอยู่ร่วมกัน เป็นกลุ่ม

1) เกิดการขาดแคลนอาหาร เนื่องจากมีความต้องการอาหารชนิดเดียวกัน จึงมีโอกาสมากขึ้นที่ขาดแคลนอาหารได้ง่าย และเกิดการอดอยาก

2) เกิดการแข่งขันที่อยู่อาศัย ที่อยู่อาศัยแออัด หรือไม่เพียงพอ

3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน

ในระบบนิเวศ มีสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดอาศัยอยู่ร่วมกัน ต่อมาเกิดความสัมพันธ์กันในหลายลักษณะ สามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน แบ่งการอยู่ร่วมกันออกเป็น 3 แบบ คือ แบบพึ่งพาอาศัยกัน (Symbiosis) แบบเป็นปฏิปักษ์ต่อกัน (Antagonism) และแบบเป็นกลาง (Neutrality) เพื่อให้เข้าใจง่ายจึงกำหนดให้ใช้เครื่องหมายต่อไปนี้ แสดงความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น (ประสมค์ หล้าสะอาด และจิตเกษม หล้าสะอาด, 2549 : 14-17 และศศิญา ภารา, 2550 : 101-105)

เครื่องหมาย	+	หมายถึง	ความสัมพันธ์ที่ได้ประโยชน์จากอีกฝ่าย
เครื่องหมาย	-	หมายถึง	ความสัมพันธ์ที่เสียประโยชน์ให้อีกฝ่าย
เครื่องหมาย	0	หมายถึง	ความสัมพันธ์ที่ไม่ได้และไม่เสียประโยชน์

3.2.1 การอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยกัน เป็นการอยู่ร่วมกันระหว่างสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด ในระบบนิเวศ โดยที่ทั้งสองฝ่ายได้ประโยชน์ (+, +) หรือฝ่ายหนึ่งฝ่ายใด ได้ประโยชน์ โดยไม่มีฝ่ายใดเสียประโยชน์ (+, 0) มี 3 ลักษณะ ดังนี้

3.2.1.1 การได้ประโยชน์ร่วมกัน (Protocooperation : +, +) เป็นการอยู่ร่วมกันซึ่งทั้งสองฝ่ายต่างได้รับประโยชน์ การอยู่ร่วมกันแบบนี้เป็นการอยู่ร่วมกันเพียงชั่วคราวเท่านั้น เมื่อแยกออกจากกันต่างก็สามารถดำรงชีวิตอยู่ตามลำพังได้ โดยไม่มีฝ่ายใดได้รับความเสียหายหรือเดือดร้อน เช่น

1) นกเอี้ยงกับควาย นกเอี้ยงเกาะบนหลังควายคอยกินเห็บ เหา และปรสิตอื่น ๆ ให้แก่ควาย นกเอี้ยงได้รับประโยชน์โดยได้อาหาร ส่วนควายได้รับประโยชน์โดยปรสิตต่าง ๆ ลดน้อยลง

2) ดอกไม้ทะเลกับปูเสฉวน ดอกไม้ทะเลเกาะอยู่ที่หลังของปูเสฉวน ปูเสฉวนได้รับประโยชน์โดยได้ที่หลบซ่อนตัว และพรางตัวทำให้ศัตรูมองไม่เห็น ส่วนดอกไม้ทะเลได้รับประโยชน์จากเศษอาหารที่ปูเสฉวนกิน และได้เคลื่อนที่ เปลี่ยนที่หาอาหารเสมอ

3) แมลงกับดอกไม้ แมลงได้ประโยชน์จากน้ำหวานของดอกไม้ ส่วนดอกไม้ได้รับการผสมเกสรโดยแมลงเป็นพาหะให้

4) มดกับเพลี้ย มดนำเพลี้ยไปเลี้ยงในรัง และนำเพลี้ยไปหากิน โดยให้เพลี้ยกินน้ำหวาน เมื่อกลับมาที่รัง มดจะรีดน้ำหวานจากเพลี้ยอีกทีหนึ่ง มดและเพลี้ยได้รับอาหารร่วมกัน เป็นการได้ประโยชน์ร่วมกัน

3.2.1.2 ภาวะพึ่งพาอาศัยกัน (Mutualism : +, +) เป็นการอยู่ร่วมกันซึ่งภาวะที่ต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน การอยู่ร่วมกันแบบนี้ทั้งสองฝ่ายต่างได้รับประโยชน์และอยู่ร่วมกันตลอดไป ถ้าขาดฝ่ายหนึ่งฝ่ายใด จะทำให้อีกฝ่ายดำรงชีวิตต่อไปไม่ได้ หรืออยู่ได้แต่ไม่ดีเท่าที่ควร เช่น

1) ปลวกและโปรโตซัว ในทางเดินอาหารของปลวก ไทรโคนิมฟา (Trichonympha) เป็นโปรโตซัวที่อยู่ในลำไส้ปลวก สร้างน้ำย่อยเซลลูโลสในไม้ที่ปลวกกินเข้าไปให้อยู่ในรูปสารอาหารที่ดูดซึมไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของปลวกได้ ซึ่งทั้งสองฝ่ายนำไปใช้ประโยชน์ได้ หากปลวกขาดโปรโตซาว์นี้จะไม่สามารถย่อยไม้ได้ ปลวกจะตาย

2) ไลเคนส์ (Lichens) เป็นการอยู่ร่วมกันของราและสาหร่าย โดยสาหร่ายอยู่ด้านในและมักขึ้นอยู่รอบ ๆ รา ดูดความชื้น และให้แร่ธาตุที่จำเป็นแก่สาหร่าย ส่วนสาหร่ายทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง สร้างอาหาร ราก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

3) พืชตระกูลถั่ว และแบคทีเรียในปมรากถั่ว (rhizobium) โดยแบคทีเรีย ทำหน้าที่ตรึงรับก๊าซไนโตรเจนในอากาศจากพืชตระกูลถั่ว ส่วนพืชตระกูลถั่วได้รับสารไนเตรต ซึ่งเป็นสารอาหารของพืชที่ได้จากการตรึงไนโตรเจนของแบคทีเรีย

3.2.1.3 ภาวะอิงอาศัย หรือ การเกื้อกูล (Commensalism : +, 0) เป็นการอยู่ร่วมกันที่ฝ่ายหนึ่งได้รับประโยชน์ อีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้รับประโยชน์แต่ก็ไม่เสียประโยชน์ เช่น

1) ฉลามกับเหาฉลาม เหาฉลามได้กินเศษอาหารที่ฉลามกิน ส่วนฉลามไม่ได้รับประโยชน์อะไร และเหาฉลามไม่ได้เป็นปรสิต เพราะกินเศษอาหารที่ฉลามไม่กินแล้ว

2) พืชเล็ก ๆ ที่เกาะบนต้นไม้ขนาดใหญ่ เช่น กัลวैयाไม้ได้รับความชื้น ร่มเงาและแร่ธาตุจากเปลือกไม้ ต้นไม้ใหญ่ไม่ได้เสียประโยชน์ กัลวैयाไม้ไม่ได้เป็นปรสิต

3) นักทำรังบนต้นไม้ นกได้ที่อยู่อาศัย และทำรัง ส่วนต้นไม้ไม่ได้เสียประโยชน์

3.2.2 การอยู่ร่วมกันแบบเป็นปฏิปักษ์ต่อกัน เป็นการอยู่ร่วมกันระหว่างสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด ในระบบนิเวศ จะมีฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์ (+, - หรือ 0, -) หรือทั้งสองฝ่ายเสียประโยชน์ (-, -) แบ่งออกเป็น

3.2.2.1 การแสวงหาประโยชน์ (Exploitation : +, -) เป็นการอยู่ร่วมกันที่ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์ และอีกฝ่ายเสียประโยชน์ มี 2 ลักษณะ คือ ภาวะปรสิต และภาวะมีการล่าเหยื่อ

1) ภาวะปรสิต (parasitism : +, -) เป็นการอยู่ร่วมกันที่ฝ่ายหนึ่งได้รับประโยชน์ เรียกว่า ปรสิต (parasite) และอีกฝ่ายเสียประโยชน์ เรียกว่า ผู้ถูกอาศัย (host) การเป็นปรสิต มี 2 ลักษณะ คือ

1.1) ปรสิตภายใน (Endoparasite) หรือการเป็นปรสิตแบบถาวร เป็นปรสิตที่อาศัยอยู่ภายในร่างกายของผู้ถูกอาศัย เช่น พยาธิต่าง ๆ เป็นต้น

1.2) ปรสิตภายนอก (Exoparasite) หรือการเป็นปรสิตแบบชั่วคราว เป็นปรสิตที่อาศัยอยู่ภายนอกในร่างกายของผู้ถูกอาศัย เช่น เหา เห็บ โลน ปลิงน้ำจืด กาฝากบนต้นไม้ เป็นต้น

2) การล่าเหยื่อ (Predation : +, -) เป็นการอยู่ร่วมกัน โดยฝ่ายหนึ่ง เรียกว่า ผู้ล่า (predator) ซึ่งล่าหรือจับสัตว์อื่นเป็นอาหาร ซึ่งได้ประโยชน์ ส่วนอีกฝ่ายหนึ่งเรียกว่าเหยื่อ หรือ ผู้ถูกล่า (prey) ซึ่งถูกผู้ล่าจับกินเป็นอาหาร เช่น แมวจับหนู เสือล่ากวาง เป็นต้น สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันอาจเป็นผู้ล่าและผู้ถูกล่าในเวลาเดียวกัน เช่น กบกินแมลง งูกินกบ เป็นต้น

3.2.2.2 ภาวะการแข่งขัน หรือการแก่งแย่ง (Competition : -, -) เป็นการอยู่ร่วมกันที่ต้องแข่งขันแก่งแย่งกัน ทำให้สองฝ่ายเสียประโยชน์ได้ด้วยกันทั้งคู่ อาจเกิดขึ้นระหว่างสิ่งมีชีวิตเดียวกัน หรือต่างชนิดกัน อาศัยอยู่ในแหล่งเดียวกัน ต้องการวัตถุดิบชนิดเดียวกัน เช่น การแข่งขันของพืชที่เจริญในบริเวณเดียวกัน โดยต้องมีการแย่งน้ำ แร่ธาตุ แสงสว่าง และสถานที่อยู่ ป่าไม้เจริญได้ไม่ดีเท่าที่ควร

3.2.2.3 ภาวะการหลั่งสารยับยั้งการเจริญเติบโต (Antibiosis : 0, -) เป็นการอยู่ร่วมกันระหว่างสิ่งมีชีวิตโดยสิ่งมีชีวิตหนึ่ง หรือหลั่งสารออกมานอกร่างกาย แล้วสารนั้นไปยับยั้งการเจริญเติบโต หรือทำให้สิ่งมีชีวิต อีกชนิดดำรงชีพไม่ได้ เป็น ฝ่ายเสียประโยชน์

3.2.2.4 ภาวะการกระทบกระทั่ง (Amensalism, 0,-) เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่เกิดกระทบกระทั่ง โดยฝ่ายหนึ่งไม่ได้เสียประโยชน์ แต่ทำให้เกิดการกระทบกระทั่งต่อการเจริญเติบโตของอีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์ เช่น ต้นไม้ใหญ่บดบังแสงอาทิตย์ของต้นไม้ที่เล็กกว่า เป็นต้น

3.2.2.5 ภาวะการย่อยสลาย (Saprophytism, +, -) เป็นการอยู่ร่วมกัน สิ่งมีชีวิตกินซากสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตที่อยู่บนซาก ทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลาย (decomposer) จะหลั่งเอนไซม์ออกมาย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิต เช่น เห็ดบนขอนไม้ ราบบนขนมปัง เป็นต้น

3.2.3 การอยู่ร่วมกันแบบเป็นกลาง เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด ซึ่งไม่ทำให้ฝ่ายหนึ่ง ฝ่ายใดได้รับหรือเสียประโยชน์ และไม่เป็นอันตรายต่อกัน เช่น สิงโตกับไม้พุ่มเตี้ย เป็นต้น

4. ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม

มนุษย์และสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บนพื้นโลก ได้พึ่งพาอาศัยทรัพยากรธรรมชาติ นับตั้งแต่เกิดจนตาย มนุษย์สามารถเปลี่ยนแปลงธรรมชาติให้เป็นไปตามความต้องการของตัวเอง การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมจากการกระทำของมนุษย์ ย่อมส่งผลกระทบต่อมนุษย์ทั้งนั้น

4.1 บทบาทของมนุษย์ต่อสิ่งแวดล้อม

มนุษย์เป็นกลไกสำคัญในสิ่งแวดล้อม มนุษย์รู้จักใช้สิ่งแวดล้อมในการดำรงชีวิต โดยมนุษย์พัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ มากมาย ซึ่งความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมากขึ้นเท่าใด การใช้ทรัพยากรยิ่งมากขึ้น ขณะเดียวกันมนุษย์ก็ผลิตของเสียเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นด้วย บทบาทของมนุษย์ต่อสิ่งแวดล้อม สามารถสรุปได้ ดังนี้

4.1.1 บทบาทของมนุษย์เป็นผู้ใช้ทรัพยากรธรรมชาติในการดำรงชีวิต โดยเฉพาะปัจจัยสี่ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ได้แก่ ที่อยู่อาศัย อาหาร ยารักษาโรค และเครื่องนุ่งห่ม ประชากรมนุษย์ต้องรู้จักวิธีการอนุรักษ์ หรือการใช้ทรัพยากรอย่างชาญฉลาด เพื่อไม่ให้ประสบปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งส่งผลกระทบต่อปัญหาทางด้านเศรษฐกิจและสังคมในอนาคตข้างหน้าได้

4.1.2 บทบาทของมนุษย์ในการดัดแปลงสิ่งแวดล้อม เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ เช่น การสร้างเขื่อนเพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง

4.1.3 บทบาทของมนุษย์ที่ทำให้เกิดผลกระทบ หรือมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม การนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้เพื่อการดำรงชีพของมนุษย์ ทำให้สิ่งแวดล้อมเสื่อมคุณภาพ เกิดมลพิษ ส่งผลต่อสุขภาพอนามัย และสุขภาพจิตของมนุษย์

4.2 อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและมนุษย์ มีดังนี้

4.2.1 สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการดำรงชีพของมนุษย์ ในด้านปัจจัยสี่ ทั้งในเรื่องการกินอาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค เพื่ออุปโภคบริโภค และอำนวยความสะดวก

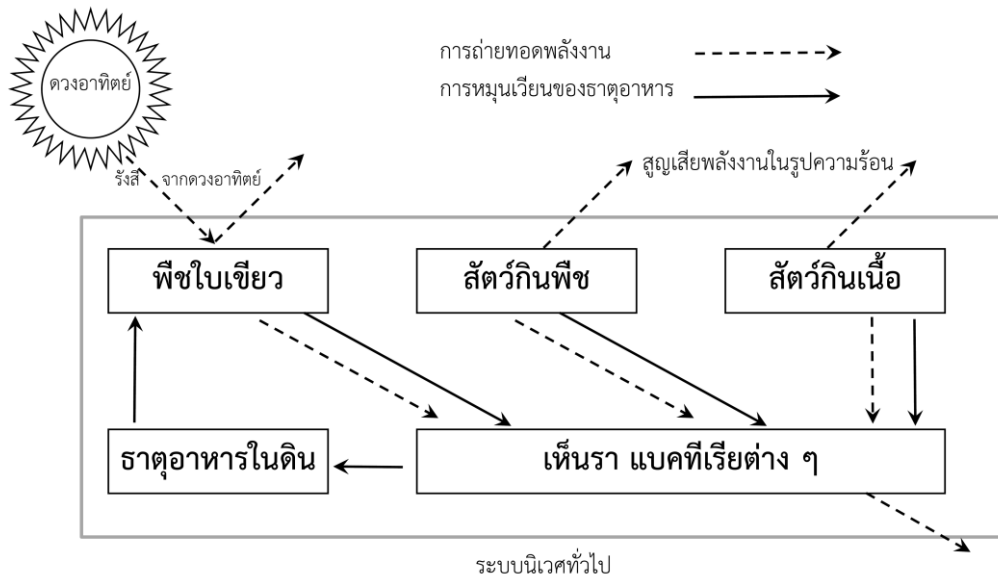
4.2.2 สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการกระจายตัวของประชากรมนุษย์ ทำให้เกิดการรวมกลุ่ม หรือการกระจายตัวของประชากรมนุษย์

4.2.3 สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อชีวิตและความเป็นอยู่ของมนุษย์ มีผลต่อกิจกรรมการดำเนินชีวิตประจำวัน สิ่งแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ก่อให้เกิดชนบประเพณีที่แตกต่างกัน

4.2.4 สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการประกอบอาชีพของมนุษย์ ในเขตพื้นที่มีสิ่งแวดล้อมต่างกัน ก่อให้เกิดอาชีพที่ต่างกัน

การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

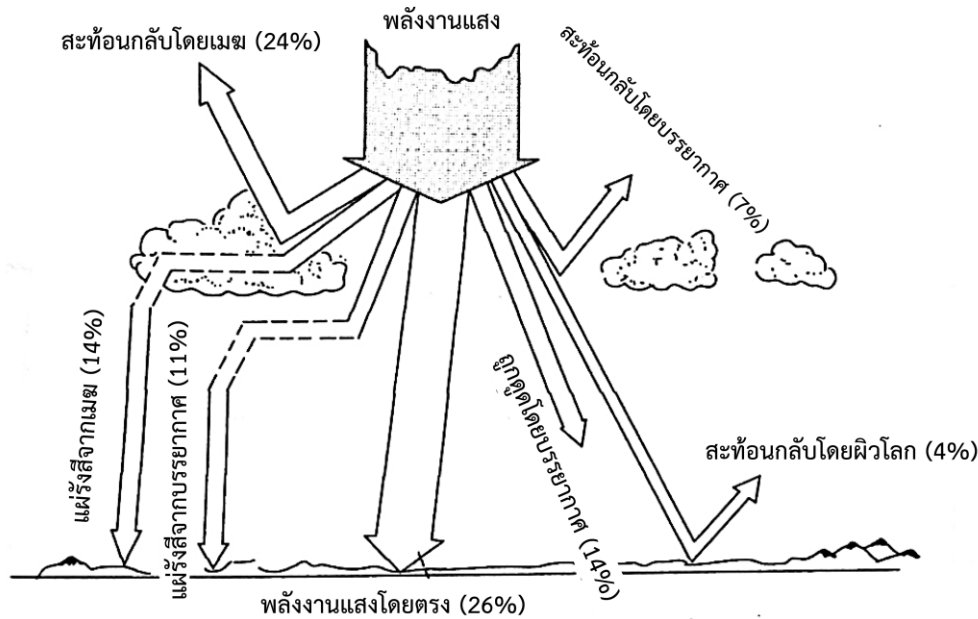
ระบบนิเวศมีหน้าที่หรือกิจกรรมที่สำคัญ 2 ประการ คือ การถ่ายทอดพลังงาน และการหมุนเวียนของสารอาหาร ดังแสดงในภาพที่ 3.6 การถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศทั่วไป



ภาพที่ 2.6 การถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศทั่วไป

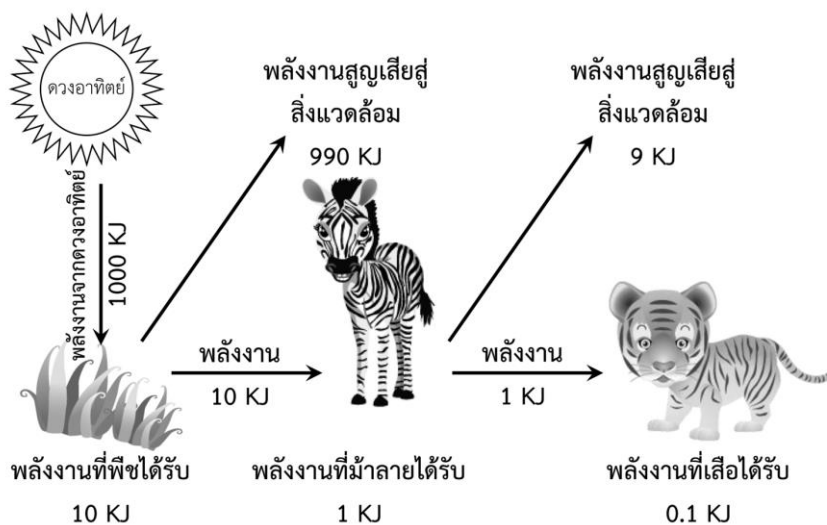
ที่มา : นิวัติ เรืองพานิช, 2546 : 23

แหล่งพลังงานที่ใหญ่ที่สุดของระบบนิเวศบนโลก ได้แก่ ดวงอาทิตย์ โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ในรูปของแสงสว่าง และการแผ่รังสีต่าง ๆ ระบบนิเวศแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานแสงที่ได้รับโดยเฉลี่ยระหว่าง 3,000-4,000 กิโลแคลอรีต่อตารางเมตรต่อวัน หรือ 1.1-1.5 ล้านกิโลแคลอรีต่อตารางเมตรต่อปี ให้เป็นพลังงานที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่างกัน ดังภาพที่ 3.7 ผู้ผลิต คือ พืชใบเขียว จะดูดซับพลังงานบางส่วนเพื่อทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมีเก็บไว้ในต้นพืช โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง พลังงานเคมีในพืชจะถูกถ่ายทอดไปยังสัตว์ที่กินพืช และสัตว์ที่กินสัตว์ ด้วยการกินต่อกันเป็นทอด ๆ เมื่อผู้ผลิต และผู้บริโภคตายลง ผู้ย่อยสลาย จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานที่สะสมในสิ่งมีชีวิต ให้กลายเป็นแร่ธาตุและอินทรีย์สาร ซึ่งพืชจะสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตต่อไป



ภาพที่ 2.7 พลังงานจากดวงอาทิตย์ที่เข้ามาถึงโลกและบรรยากาศ และกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
ที่มา : จิราภรณ์ คชเสนี, 2553 : 95

เกษม จันทรแก้ว (2546 : 59) กล่าวว่า พลังงานที่ถ่ายทอดจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งสู่อีกสิ่งมีชีวิตหนึ่ง ลำดับขั้นของการถ่ายทอดจะมีพลังงานสูญเสียไปในรูปแบบของความร้อนประมาณร้อยละ 80-90 ของพลังงานทั้งหมด ซึ่งถ้าเริ่มจากพืชสีเขียว และพลังงานจะลดลงเรื่อย ๆ ตามระดับอาหาร (Trophic level) ที่เพิ่มขึ้น โดยประมาณแล้วจะลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ทุก ๆ ครั้ง que เปลี่ยนระดับอาหาร จึงเรียกลักษณะการลดลงของพลังงานนี้ว่า “Law of ten” สำหรับการถ่ายทอดพลังงานจากพืชไปสู่สัตว์กินพืชจะสูญเสียพลังงานประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ และ 20 เปอร์เซ็นต์ สำหรับจากสัตว์สู่สัตว์กินพืช นอกจากนี้ ยังมีกิจกรรมและระบบอีกหลาย ๆ อย่าง เช่น การเจริญเติบโต การหายใจ เป็นต้น



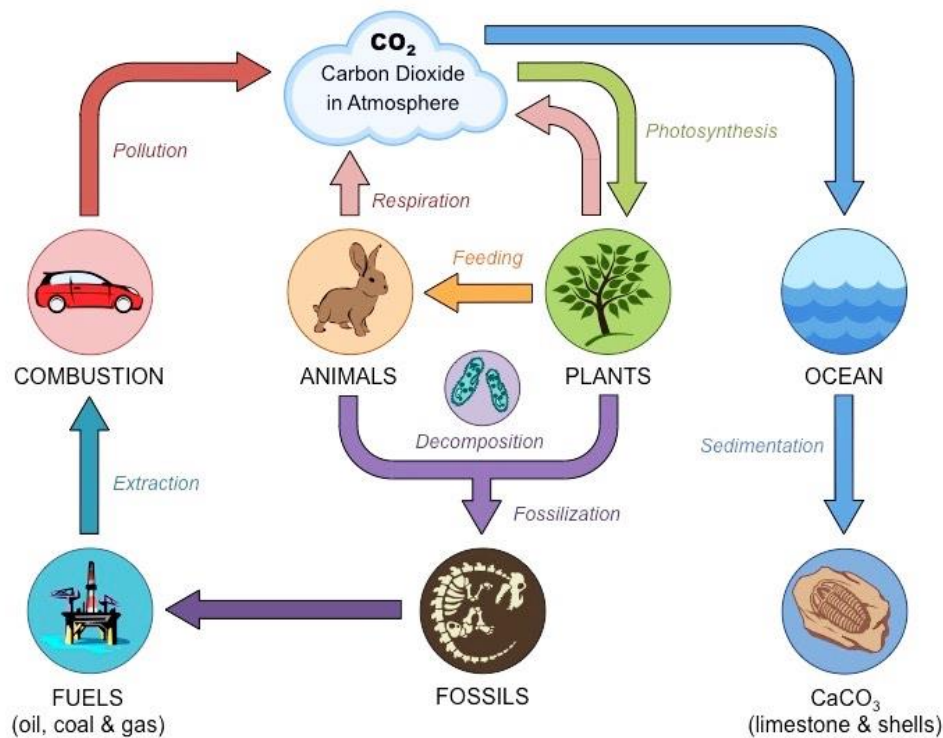
ภาพที่ 2.8 กฎสิบเปอร์เซ็นต์ (Ten Percent Law)

การหมุนเวียนหรือวัฏจักรของสารและแร่ธาตุในระบบนิเวศ

สารอาหารในระบบนิเวศ จะมีการหมุนเวียนถ่ายทอดเป็นวัฏจักร (Cycle) สารอาหารจากพืช จะถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภค ไปจนถึงผู้ย่อยสลาย โดยผู้ย่อยสลาย สามารถเปลี่ยนอินทรีย์สารให้เป็นอนินทรีย์สาร พืชสามารถนำกลับมาใช้ในการเจริญเติบโตต่อไปได้

1. การหมุนเวียนของคาร์บอน หรือวัฏจักรของคาร์บอน (Carbon Cycle)

คาร์บอนเป็นแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักของสารอินทรีย์และสิ่งมีชีวิต คาร์บอนหมุนเวียนระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 0.04 และในน้ำซึ่งอยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ หรือรูปของไบคาร์บอเนต (ประจุลบ วังศ์จันทร์, 2554 : 40) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศจะถูกพืชจะนำไปเป็นวัตถุดิบในการสร้างอาหาร โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จากนั้นคาร์บอนในรูปสารประกอบของอาหาร จะถูกถ่ายทอดไปยังสัตว์โดยการกิน ทั้งพืชและสัตว์จะมีปล่อยคาร์บอนในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกสู่บรรยากาศด้วยการหายใจ และคาร์บอนบางส่วนยังคงอยู่ในรูปของเนื้อเยื่อพืชและสัตว์ จะถูกหมุนเวียนกลับสู่บรรยากาศ หลังจากพืชและสัตว์ตายจะมีการย่อยสลายเกิดขึ้น นอกจากนี้ บางส่วนที่ไม่ย่อยสลายจะทับถมกันเป็นเวลานาน จะกลายเป็นถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซ เมื่อมนุษย์เผาไหม้เชื้อเพลิงเหล่านี้ คาร์บอนในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะกลับคืนสู่บรรยากาศ แสดงในภาพที่ 3.9 ส่วนคาร์บอนที่ละลายน้ำอยู่ในรูปของไบคาร์บอเนตหรือไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^- , hydrogen carbonate ion) และคาร์บอนไดออกไซด์อิสระจะถูกพืชน้ำ สัตว์น้ำ และพวกแพลงก์ตอนพืช ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง บางส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์ใช้ในการสร้างเปลือก เช่น เปลือกหอย ซึ่งเป็นสารพวกแคลเซียมคาร์บอเนต และบางส่วนจะเปลี่ยนแปลงเป็นสารพวกคาร์บอเนต (ประจุลบ หล้าสะอาด และจิตเกษม หล้าสะอาด, 2549 : 20)



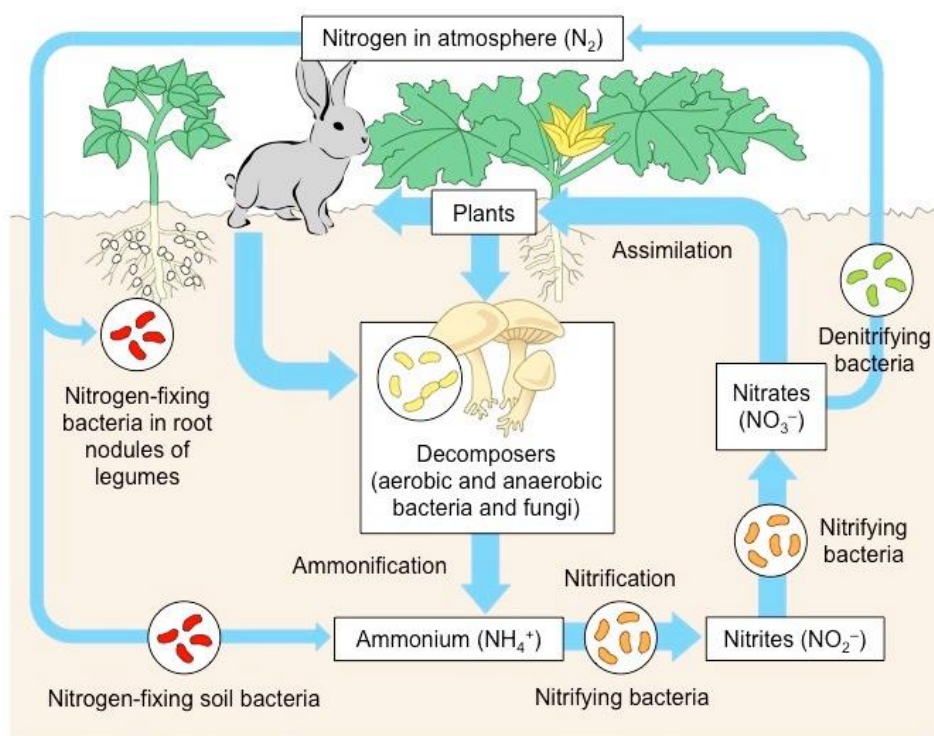
ภาพที่ 2.9 วัฏจักรของคาร์บอน (Carbon Cycle)
ที่มา : Bioninja, 2017

2. การหมุนเวียนของออกซิเจน หรือวัฏจักรออกซิเจน (Oxygen Cycle)

ในบรรยากาศมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ ร้อยละ 21 เป็นธาตุที่ปรากฏอยู่ในบรรยากาศค่อนข้างคงที่ (ประยูร วงศ์จันทร์, 2554 : 44) เนื่องจากพืชสีเขียวสร้างทดแทนด้วยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงอยู่ตลอดเวลา โดยปรากฏอยู่ในรูปของก๊าซออกซิเจน ก๊าซโอโซน (Ozone) และอะตอมของออกซิเจน (Atomic oxygen) ออกซิเจนมีความจำเป็นต่อการหายใจของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด การหมุนเวียนของออกซิเจนเริ่มจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชปล่อยออกซิเจนออกมา สิ่งมีชีวิตหายใจเอาออกซิเจนเข้าไป และปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาแล้วพืชจะดูดคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง และปล่อยออกซิเจนออกมาหมุนเวียนกันไป

3. การหมุนเวียนของไนโตรเจน หรือวัฏจักรไนโตรเจน (Nitrogen Cycle)

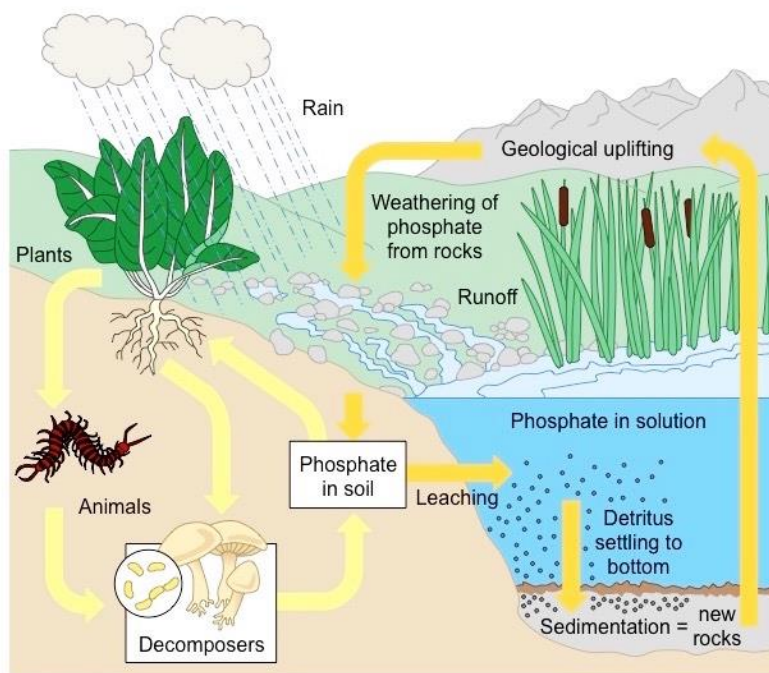
ธาตุไนโตรเจน (N) เป็นธาตุที่เป็นส่วนประกอบหลักของโปรตีน ในบรรยากาศมีก๊าซไนโตรเจน (N_2) ประมาณร้อยละ 78 (ประยูร วงศ์จันทร์, 2554 : 41) แต่สิ่งมีชีวิตไม่สามารถนำมาใช้ได้โดยตรง แต่ต้องอาศัยกระบวนการตรึงไนโตรเจน (Nitrogen Fixation) โดยแบคทีเรีย หรือจุลินทรีย์ให้อยู่ในรูปสารประกอบไนโตรเจนที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ ได้แก่ แกลิโอแอมโมเนีย (NH_4^+) หรือแกลิโอไนเตรต (NO_3^-) เมื่อสิ่งมีชีวิตตายลงไนโตรเจนจะกลับคืนสู่ดินและบรรยากาศ จากนั้น จะหมุนเวียนกลับมาที่พืชอีกครั้ง แสดงในภาพที่ 3.10 วัฏจักรนี้ประกอบด้วยกระบวนการตรึงไนโตรเจน (Nitrogen Fixation) ขบวนการสร้างแอมโมเนีย (Ammonification) ขบวนการสร้างไนเตรต (Nitrification) และขบวนการการสร้างไนโตรเจน (Denitrification) ขบวนการเหล่านี้จะต้องอาศัยแบคทีเรีย จุลินทรีย์อื่น ๆ จำนวนมาก



ภาพที่ 2.10 วัฏจักรไนโตรเจน (Nitrogen Cycle)
ที่มา : Bioninja, 2017

4. การหมุนเวียนของฟอสฟอรัส หรือวัฏจักรฟอสฟอรัส (Phosphorus Cycle)

ธาตุฟอสฟอรัส (P) เป็นองค์ประกอบของสารประกอบของกรดนิวคลีอิก (DNA, RNA) สารพลังงานสูง (ATP) สารประกอบฟอสเฟตของโปรตีน (phosphoprotein) สารประกอบฟอสเฟตของลิพิด (phospholipid) (ประสมค์ หล่ำสะอาด และจิตเกษม หล่ำสะอาด, 2549 : 23) นอกจากนี้ แคลเซียมฟอสเฟต ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) เป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของกระดูกและฟัน ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของหินฟอสเฟต เมื่อถูกกัดกร่อน จะถูกชะล้างละลายในน้ำ พืชสามารถนำไปใช้ได้ และถูกถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหาร นอกจากนี้ ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของกระดูกและฟัน เมื่อสิ่งมีชีวิตตายลง แบคทีเรียในดินจะย่อยสลายลงสู่ดินและพืชจะนำกลับมาใช้อีกครั้ง แสดงรูปภาพที่ 3.11 วัฏจักรฟอสฟอรัส (Phosphorus Cycle)

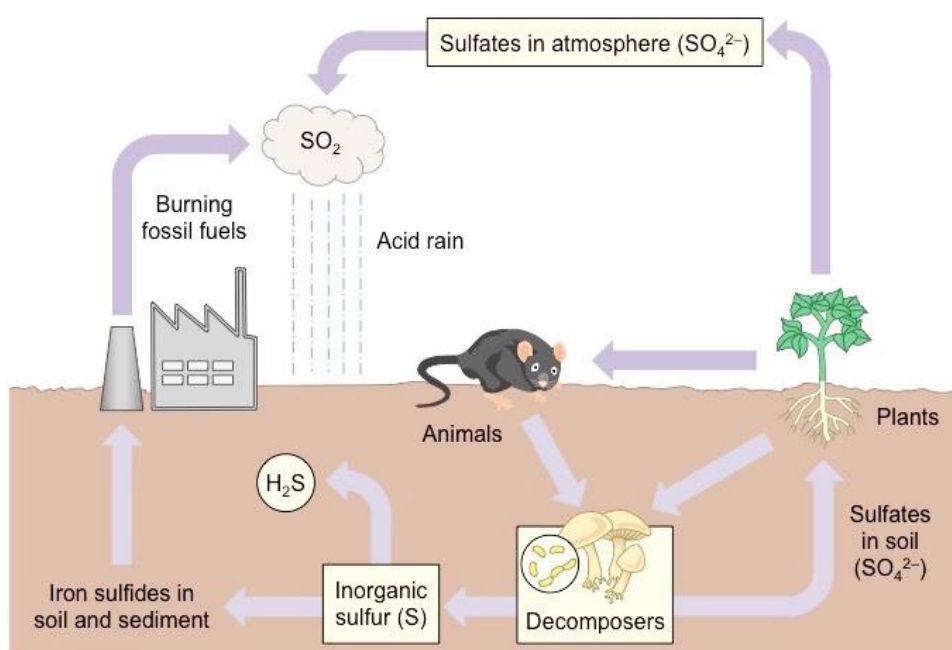


ภาพที่ 2.11 วัฏจักรฟอสฟอรัส (Phosphorus Cycle)

ที่มา : Bioninja, 2017

5. การหมุนเวียนของซัลเฟอร์ (กำมะถัน) หรือวัฏจักรซัลเฟอร์ (Sulfur Cycle)

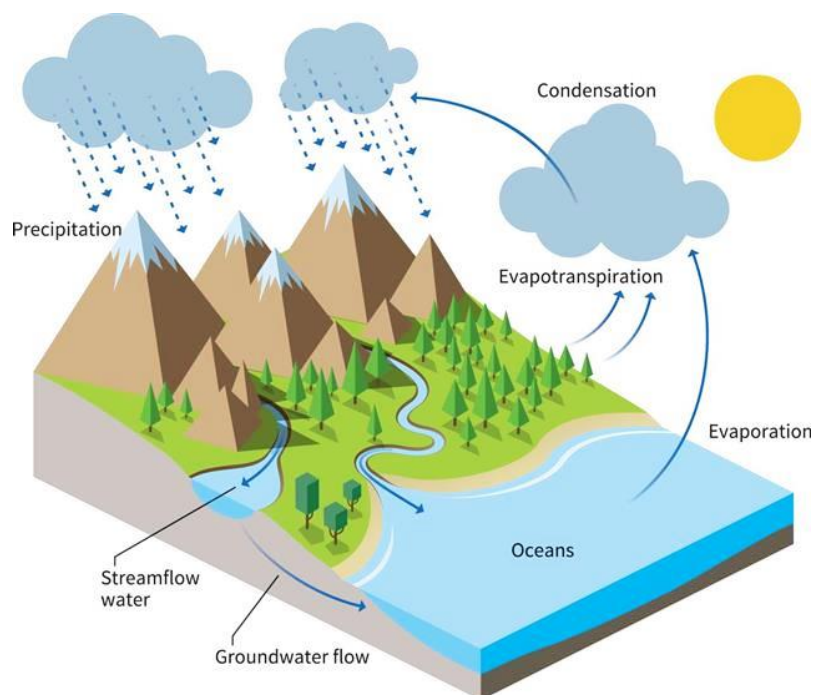
ซัลเฟอร์ (S) หรือกำมะถัน เป็นธาตุที่สำคัญมากในการเจริญเติบโต และเมตาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิต กำมะถันที่พบในธรรมชาติจะอยู่ในรูปสารประกอบหลายชนิด เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และซัลเฟต (SO_4^{2-}) สารประกอบอินทรีย์ในพืชและสัตว์จะถูกย่อยสลายเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ จากนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นซัลเฟต ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้ ส่วนซัลเฟอร์ในซากพืชและสัตว์จะถูกตรึง และสะสมไว้ในถ่านหินและน้ำมันปิโตรเลียม เมื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง โดยการเผาไหม้ จึงได้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ออกมา เมื่อก๊าซจะถูกปลดปล่อยสู่บรรยากาศ จะรวมตัวกับละอองน้ำ กลายเป็นกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ตกลงมาเป็นฝน ซึ่งกัดกร่อนและทำให้สิ่งก่อสร้างสึกกร่อนและเป็นอันตรายต่อการหายใจของสิ่งมีชีวิต แสดงดังภาพที่ 3.12 วัฏจักรซัลเฟอร์ (Sulfur Cycle)



ภาพที่ 2.12 วัฏจักรซัลเฟอร์ (Sulfur Cycle)

6. การหมุนเวียนของน้ำ หรือวัฏจักรของน้ำ (Water Cycle)

น้ำ เป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต วัฏจักรของน้ำส่วนใหญ่จะเกิดระหว่างบรรยากาศและผิวโลก โดยกระบวนการกลั่น (precipitation) และกระบวนการระเหย (evaporation) (ประสงค์ หล้าสะอาด และจิตเกษม หล้าสะอาด, 2549 : 19) พลังงานจากแสงอาทิตย์ทำให้น้ำในแหล่งน้ำต่าง ๆ ระเหยเป็นไอน้ำ ลอยสูงขึ้นสู่บรรยากาศ ส่วนพืชมีการคายน้ำ (transpiration) ออกสู่บรรยากาศเช่นกัน ไอน้ำเหล่านี้จะรวมตัวเป็นเมฆ แล้วกลั่นตัวเป็นหยดน้ำฝน ตกลงมาสู่พื้นดินอีกครั้ง บางส่วนเก็บไว้ในดิน น้ำในดินจะเก็บไว้ในแหล่งน้ำบาดาล ส่วนที่ไม่ได้อยู่ในดิน จะไหลลงสู่แม่น้ำ ลำธาร มหาสมุทรต่อไป สัตว์และพืชจะได้รับน้ำ แล้วปล่อยน้ำออกมากับของเสีย และการหายใจกลับสู่บรรยากาศอีกครั้ง ดังภาพที่ 3.13 วัฏจักรของน้ำ (Water Cycle)



ภาพที่ 2.13 วัฏจักรของน้ำ (Water Cycle)

ที่มา : Science struck, 2017

สรุปท้ายบท

ระบบนิเวศมีโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ กับบริเวณสิ่งแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ดำรงชีวิตอยู่ ดังนั้น กลุ่มสิ่งมีชีวิต หรือชุมชน หมายถึง การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ในแหล่งที่อยู่เดียวกัน เมื่อสิ่งมีชีวิตมาอยู่อาศัยร่วมกันย่อมเกิดความสัมพันธ์กัน โครงสร้างของระบบนิเวศประกอบด้วย ส่วนประกอบที่ไม่มีชีวิตและส่วนประกอบที่มีชีวิต ระบบนิเวศ มีหน้าที่หรือกิจกรรมที่สำคัญ 2 ประการ คือ การถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนของสารอาหาร สารอาหารในระบบนิเวศ จะมีการหมุนเวียนถ่ายทอดเป็นวัฏจักร สารอาหารจากพืชจะถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภค ไปจนถึงผู้ย่อยสลาย โดยผู้ย่อยสลาย สามารถเปลี่ยนอินทรีย์สารให้เป็นอนินทรีย์สาร พืชสามารถนำกลับมาใช้ในการเจริญเติบโตต่อไปได้

คำถามทบทวน

1. อธิบายความหมายของระบบนิเวศ
2. ระบบนิเวศมีลักษณะโครงสร้างที่สำคัญ และหน้าที่เป็นอย่างไร
3. กลุ่มสิ่งมีชีวิตของระบบนิเวศ ประกอบด้วยอะไรและมีบทบาทหน้าที่ในระบบนิเวศอย่างไร
4. ระบบนิเวศบนบก แบ่งออกเป็นไรบ้าง และมีลักษณะเป็นอย่างไร
5. ห่วงโซ่อาหาร หมายถึงอะไร จงยกตัวอย่างประกอบด้วย
6. สายใยอาหาร หมายถึงอะไร จงยกตัวอย่างประกอบด้วย
7. ให้อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่อไปนี้
 - 7.1 นกเอี้ยงกับควาย
 - 7.2 ไลเคนส์ (lichens)
 - 7.3 ฉลามกับเหาฉลาม
 - 7.4 กวางกับเสือ
 - 7.5 เห็ดบนขอนไม้
8. วาดภาพวัฏจักรของน้ำ พร้อมทั้งอธิบายกระบวนการในวัฏจักร
9. บอกความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ
10. ระบบนิเวศมีประโยชน์ต่อการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

- เกษม จันทรแก้ว. (2546). **วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- _____. (2547). **การจัดการสิ่งแวดล้อมแบบผสมผสาน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จิรากรณ์ คชเสนี. (2553). **นิเวศวิทยาพื้นฐาน**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2555). **มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิธินาถ เจริญโกคราช. (2546). **พลังงานกับสิ่งแวดล้อม**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- นิวัติ เรืองพานิช. (2546). **การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประยูร วงศ์จันทร์. (2555). **วิทยาการสิ่งแวดล้อม**. มหาสารคาม : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ประสงค์ หล้าสะอาด และจิตเกษม หล้าสะอาด. (2549). **ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต**. กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนา จำกัด.
- ปรียา บุญญสิริ. (2548). **ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพฯ : แม็ค.
- ศศิณา ภารา. (2550). **ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพฯ : บริษัท ส.เอเชียเพรส (1989) จำกัด.
- ส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, กรม. (2536). **การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน.
- Odum, E.P. (1971). **Fundamentals of Ecology**. West Washington Squar Philadelphia: W.B. Saunders Company, Inc.
- Bioninja. (2017). **Carbon Cycle**. [Online]. Available from: <http://ib.bioninja.com.au/standard-level/topic-4-ecology/43-carbon-cycling/carbon-cycle.html>. [22 August 2017]
- _____. (2017). **Nitrogen Cycle**. [Online]. Available from: <http://ib.bioninja.com.au/options/option-c-ecology-and-conser/c6-nitrogen-and-phosphorus/nitrogen-cycle.html>. [22 August 2017]
- _____. (2017). **Phosphorus Cycle**. [Online]. Available from: <http://ib.bioninja.com.au/options/option-c-ecology-and-conser/c6-nitrogen-and-phosphorus/phosphorus-cycle.html>. [22 August 2017]
- _____. (2017). **Sulphur Cycle**. [Online]. Available from: <http://ib.bioninja.com.au/options/option-c-ecology-and-conser/c6-nitrogen-and-phosphorus/sulphur-cycle.html>. [22 August 2017]
- ScienceStruck. (2017). **Sulphur Cycle**. [Online]. Available from: <https://sciencestruck.com/water-cycle-project-ideas>. [22 August 2017]