บทที่ 2
ความรู้พื้นฐานทางนิเวศวิทยา

การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตจะต้องมีการพึ่งพาอาศัยกันทั้งทางตรงและทางอ้อม ตลอดจนมีความสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิต เช่น อากาศ แร่ธาตุ ทำให้มีการใช้พลังงานและแลกเปลี่ยนสารอาหารซึ่งกันและกันเป็นวัฏจักรที่ดำเนินไปเป็นระบบภายใต้ความสมดุลของธรรมชาติ เรียกว่า **“ระบบนิเวศ”**

1. ความหมายของนิเวศวิทยา

การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมนั้น ได้รับความสนใจจากนักปราชญ์ชาวกรีก และนักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ มาช้านานแล้ว แต่อย่างไรก็ตาม คำว่านิเวศวิทยาเริ่มใช้ในจดหมายเหตุของ Henry Thoreau ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1858 ต่อมา Reiter ได้นำคำนี้มาใช้ในผลงานของเขาซึ่งพิมพ์ไว้เป็นหลักฐานในปี ค.ศ. 1865

โดยนิเวศวิทยา มาจากรากศัพท์เดิมในภาษากรีก 2 คำ คือ

1. oikos ซึ่งแปลว่าบ้าน (Home) หรือที่อยู่อาศัย (Place to live)

2. logos ซึ่งแปลว่าการศึกษา

รวมเป็น oecology และต่อมาได้เขียนตามหลักภาษาอังกฤษว่า ecology ใช้เรียกศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในด้านความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับที่อยู่อาศัย

ภาพที่ 2.1 Ernst Haeckel
ที่มา : www.onlinekunst.de

แม้ว่าวิชานิเวศวิทยาได้แยกตัวออกมาจากวิชาชีววิทยาแล้วก็ตาม แต่ก็ยังไม่เป็นที่รู้จักและสนใจกันเท่าที่ควร จนกระทั่งในปี ค.ศ.1866 นักสัตววิทยาชาวเยอรมันท่านหนึ่งคือ **เอิร์น เฮคเคล (Ernst Haeckel)** ได้หยิบยกเอาคำนี้ขึ้นมาใช้และให้คำนิยามไว้ว่า **"นิเวศวิทยาเป็นการศึกษาที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์สิ่งต่าง ๆ อย่างประหยัดของธรรมชาติ คือการศึกษาสังเกตความสัมพันธ์ทั้งมวลของสัตว์กับสิ่งแวดล้อมที่เป็นอินทรียวัตถุและอนินทรียวัตถุ"** จากคำนิยามนี้จึงเป็นการกำหนดแนวทางการศึกษาทางนิเวศวิทยาแก่นักวิทยาศาสตร์ที่สนใจในแนวดังกล่าว จึงยกย่องให้ Haeckel เป็นบิดาแห่งวิชานิเวศวิทยาและเป็นผู้ก่อตั้งศาสตร์ทางด้านนี้

2. บทบาทของวิชานิเวศวิทยา

นิเวศวิทยาเป็นวิชาความรู้พื้นฐานสำคัญ ที่ทำให้เข้าใจถึงความเป็นไปของสิ่งมีชีวิตที่ดำรงอยู่ในธรรมชาติ ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในการอนุรักษ์และจัดการสิ่งแวดล้อม มีหลักการมุ่งรักษาสมดุลธรรมชาติ ซึ่งหมายถึงสภาวะสรรพสิ่งในที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ อันประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต ดังนั้นการที่จะขจัดหรือบรรเทาปัญหาเหล่านี้ จะต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางนิเวศวิทยาและเข้าใจความเป็นไปของระบบนิเวศเสียก่อน การแก้ปัญหาสภาวะแวดล้อมให้ได้ผลต้องเข้าใจถึงสาเหตุและผลที่เกิดขึ้นจากการกระทำต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบกับธรรมชาติ การศึกษานิเวศวิทยาจึงมิใช่สิ่งจำเป็นเฉพาะนักวิชาการหรือผู้มีอำนาจหน้าที่เท่านั้น แต่สมาชิกในสังคมทุกคนจำเป็นต้องเรียนรู้ องค์การสหประชาชาติ (สมิทธิ์ สระอุบล. 2539 : 12-13)ได้เน้นให้ประเทศต่าง ๆ ได้ตระหนักดังต่อไปนี้

2.1 การเป็นผู้ถูกสร้างและเป็นผู้เสริมสร้างสภาวะแวดล้อม

วิวัฒนาการอันยาวนานและซับซ้อนของมนุษยชาตินั้น ธรรมชาติให้สิ่งบำรุงเลี้ยงร่างกายสร้างความเจริญทางสติปัญญาและจิตใจ จนกระทั่งมาถึงยุคที่มนุษย์อาศัยความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้มีอำนาจที่สามารถเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมได้อย่างง่ายดายและรวดเร็ว ทั้งที่อยู่ในธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นเอง

2.2 การพัฒนาทางเทคโนโลยีต้องเรียนรู้จากประสบการณ์

ความก้าวหน้าในการค้นคว้าประดิษฐ์สร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อม ดังนั้นต้องศึกษาและดำเนินการอย่างสุขุมรอบคอบ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์และสภาวะแวดล้อมของมนุษย์เอง

2.3 การกำหนดมาตรการและนโยบาย

มนุษย์เป็นสิ่งมีค่ามากที่สุดและเป็นผู้ผลักดันให้สังคมมีความก้าวหน้า มีความมั่นคง รวมทั้งพัฒนาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมให้สอดคล้องกับการเพิ่มของประชากรมนุษย์ ซึ่งทั้งสองสิ่งมีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นการดำเนินการใด ๆ ก็ตามจักต้องหามาตรการและนโยบายที่เหมาะสม

2.4 การเรียนรู้จากบทเรียนที่ผ่านมา

การเปลี่ยนแปลงและการทำลายสิ่งต่าง ๆ โดยไม่ให้ความสนใจและเอาใจใส่ต่อสภาวะแวดล้อม ทำให้เกิดอันตรายและทำให้สูญเสียสิ่งที่ไม่สามารถแก้ให้คืนกลับมาได้ การกำหนดเป้าหมายเพื่อให้มนุษย์ดำรงชีวิตต่อไปในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมและสนองความต้องการของมนุษย์เอง เป็นเรื่องรีบด่วนที่กระทำไปพร้อมกับการดำเนินการ ด้วยจิตใจอันแน่วแน่และมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง โดยมุ่งประโยชน์สุขสันติภาพของมนุษย์รุ่นต่อไป

2.5 รัฐบาลต้องให้ความคุ้มครองและส่งเสริมการปรับปรุงสภาวะแวดล้อมอย่างเหมาะสม โดยไม่ให้มีผลกระทบต่อความผาสุกของปวงชนเอง และการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศทั่วโลก

2.6 ปัญหาสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ในประเทศที่กำลังพัฒนา

ปัญหาคนจำนวนล้าน ๆ ในประเทศที่มีความเป็นอยู่ต่ำกว่าระดับที่มนุษย์พึงต้องการในการดำรงชีวิต ปัญหาการขาดแคลนปัจจัยในการดำรงชีวิตอันได้แก่ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค และที่พักอาศัย ปัญหาการไม่ได้รับการบริการด้านการศึกษา อนามัยและสุขาภิบาลเท่าที่ควร ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้จะต้องดำเนินการแก้ไขก่อนปัญหาอื่นใด จำเป็นต้องพิทักษ์รักษาและปรับปรุงสภาวะแวดล้อม เช่นเดียวกับประเทศที่พัฒนา ที่มีความเจริญก้าวหน้าทางด้านอุตสาหกรรม ก็ต้องได้รับการเอาใจใส่ปัญหาสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวโยงไปถึงการพัฒนาอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

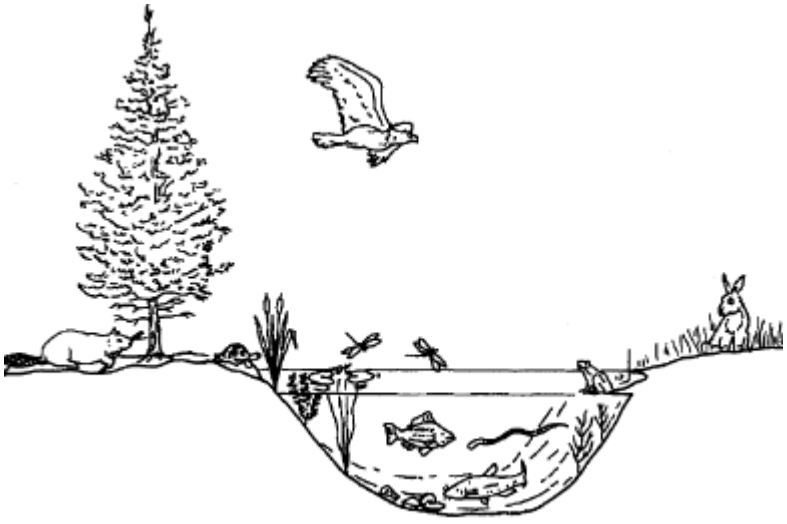
2.7 การดำเนินการเพื่อบรรลุเป้าหมายที่กำหนด

ต้องได้รับความร่วมมือจากทุกฝ่าย โดยถือเป็นหน้าที่ของประชาชน รัฐบาลและหน่วยงานต่าง ๆ ในสังคม ที่จะกระทำในขอบเขตและความรับผิดชอบของตน

ด้วยลักษณะความสัมพันธ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นเด่นชัดว่า นิเวศวิทยาเป็นเครื่องมือในการจัดการสิ่งแวดล้อม เพราะการจัดการสิ่งแวดล้อมนั้น มุ่งให้ได้ผลประโยชน์ที่ยั่งยืนและต่อเนื่องกับทรัพยากรธรรมชาติ เพราะการใช้ทรัพยากรประเภทหนึ่งในระบบสิ่งแวดล้อมหนึ่ง ย่อมเกิดของเสียและมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอีกประเภทหนึ่งเสมอ แม้ว่าจะได้เลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมแล้วก็ตาม

3. ระบบนิเวศ (Ecosystem)

3.1 ความหมายและความสำคัญ



ภาพที่ 2.2 ระบบนิเวศ

ที่มา : regentsprep.org

จากภาพที่ 2.2 ระบบนิเวศ หมายถึงระบบที่ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตทุกชนิดและสิ่งไม่มีชีวิต ซึ่งอยู่รวมกันในเนื้อที่แห่งใดแห่งหนึ่ง มีการแลกเปลี่ยนสสารและพลังงานระหว่างหน่วยสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต ดังนั้นระบบนิเวศจัดว่าสำคัญมากในการศึกษาวิชานิเวศวิทยา เพราะว่าสิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลกนี้เป็นสมาชิกของระบบนิเวศ โลกของเราจัดเป็นระบบนิเวศที่ใหญ่ที่สุด เรียกว่า โลกของสิ่งมีชีวิตหรือชีวภาค (biosphere) ซึ่งรวมระบบนิเวศหลากหลายระบบทั้งขนาดใหญ่ เช่น ป่าไม้ ทะเล มหาสมุทร และระบบนิเวศเล็ก ๆ เช่น สระน้ำ แอ่งน้ำ ขอนไม้ผุ จากความหมายของระบบนิเวศมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

3.1.1 พื้นที่อยู่อาศัย คือ จะต้องมีขอบเขตหรือขนาด จะเล็ก ใหญ่หรือกลมลึกอย่างใดก็ได้ แต่มีอาณาเขตบริเวณให้เห็นชัดเจนแน่นอน เช่น สระน้ำ สนามหญ้า ป่าไม้

3.1.2 สังคมของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม คือ จะต้องมีองค์ประกอบหรือโครงสร้างทั้งหมดที่อยู่ภายในหน่วยพื้นที่หรือระบบนิเวศนั้น ๆ อาจเป็นสิ่งมีชีวิต สิ่งไม่มีชีวิและอาจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือที่มนุษย์สร้างขึ้นก็ได้

3.1 3 การทำหน้าที่ร่วมกันขององค์ประกอบ คือ ในแต่ละองค์ประกอบทั้งหลายในระบบนิเวศต่างมีบทบาทหรือหน้าที่ของตนเอง จึงสามารถสร้างความสัมพันธ์ที่จะอยู่ร่วมกันกับสิ่งต่าง ๆ ได้ ซึ่งความสัมพันธ์นั้นในผลสุดท้ายก็จะแสดงเอกลักษณ์ของระบบนั้น ๆ เช่น ระบบนิเวศป่าชายเลน

3.2 ประเภทของระบบนิเวศ

3.2.1 ระบบนิเวศ แบ่งตามลักษณะการถ่ายทอดพลังงานและสารอาหาร สามารถแบ่งได้ 3 ระบบได้แก่

1) ระบบนิเวศอิสระ (Isolated Ecosystem) หรือระบบนิเวศโดดเดี่ยว เป็นระบบนิเวศที่ไม่มีการถ่ายทอดพลังงานและสารอาหาร ระหว่างภายในและภายนอกระบบ ระบบนิเวศประเภทนี้ม่ปรากฏในธรรมชาติ จึงเป็นเพียงระบบนิเวศตามทฤษฎีเท่านั้น

2) ระบบนิเวศปิด (Closed Ecosystem) เป็นระบบนิเวศที่สร้างขึ้นเอง เช่น ตู้ปลา เป็นระบบนิเวศที่มีการถ่ายทอดพลังงาน แต่ไม่มีการถ่ายทอดสารอาหารระหว่างภายในและภายนอกระบบ

3) ระบบนิเวศเปิด (Opened Ecosystem) เป็นการถ่ายทอดสารอาหารและพลังงานเกิดขึ้นระหว่างภายนอกและภายในระบบนิเวศ เป็นระบบนิเวศที่พบทั่ว ๆ ไปในธรรมชาติ

3.2.2 ระบบนิเวศแบ่งตามแหล่งที่อยู่ทางธรรมชาติ สามารถแบ่งได้ 2 ระบบได้แก่

1) ระบบนิเวศบนบก (Terrestrial Ecosystems) ประกอบด้วย

ก. ระบบนิเวศกึ่งบก เช่น ป่าพรุ ป่าชายเลน

ข. ระบบนิเวศบนบก เช่น ป่าดงดิบ ทุ่งหญ้า ทะเลทราย

2) ระบบนิเวศแหล่งน้ำ (Aquatic Ecosystem) ประกอบด้วย

ก. ระบบนิเวศทางทะเล เช่น มหาสมุทร แนวปะการัง

ข. ระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด เช่น แม่น้ำ ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ

3.3.3 ระบบนิเวศแบ่งตามเทคโนโลยีของมนุษย์ สามารถแบ่งได้ 3 ระบบได้แก่

1) ระบบนิเวศอุตสาหกรรม (Industrial Ecosystems) เป็นระบบนิเวศที่มนุษย์ใช้เทคโนโลยีพัฒนาระบบนิเวศนี้ขึ้นโดยมีการขุดหรือนำพลังงานสะสมในธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ผสมผสานกับการใช้เทคโนโลยี โดยไม่ต้องใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ ดังนั้นแหล่งพลังงานจึงเป็นพลังงานที่คิดค้นโดยใช้เทคโนโลยีของมนุษย์ เช่น น้ำมัน เชื้อเพลิง พลังนิวเคลียร์ พลังงานไบโอดีเซล เป็นต้น

2) ระบบนิเวศเกษตร (Agricultural Ecosystems) เป็นระบบนิเวศที่เกิดจากมนุษย์พัฒนาระบบนิเวศทางธรรมชาติเพื่อผลประโยชน์ด้านการดำรงชีพของตนโดยใช้เทคโนโลยีทางการเกษตรที่คิดค้น ทำให้เกิดระบบนิเวศที่มนุษย์เป็นผู้ควบคุมระบบนิเวศนั้น

3) ระบบนิเวศเมือง (Urban Ecosystems) เป็นระบบนิเวศที่มนุษย์สร้างขึ้นมาใหม่ต้องพึ่งแหล่งพลังงานเพิ่มเติม เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง พลังนิวเคลียร์

3.3 องค์ประกอบภายในระบบนิเวศ

ถึงแม้ว่าระบบนิเวศบนโลกจะมีความหลากหลาย แต่มีโครงสร้างที่คล้ายคลึงกัน ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ

3.3.1 ส่วนประกอบที่ไม่มีชีวิต (Abiotic Components) แบ่งออกเป็น 3 ชนิด

1) อนินทรียสาร (Inorganic Substances) เช่น O_2, N_2, CO_2, H_2O สิ่งเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายของสารในวัฏจักร

2) อินทรียสาร (Organic Substances) เป็นสารที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตที่ตายไปหรือของเสียที่ขับออกจากร่างกาย เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต

3) ปัจจัยทางกายภาพ (Physical Factors) หมายถึงสิ่งแวดล้อมทั่วไป เช่น อุณหภูมิ แสงสว่าง ความชื้น ความเป็นกรด-เบส ความเค็ม

3.3.2 ส่วนประกอบที่มีชีวิต (Biotic Components)

1) ผู้ผลิต (Producers) คือ สิ่งมีชีวิตที่สามารถนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาช่วยสร้างอาหารขึ้นจากอนินทรียสารที่มีโครงสร้างทางเคมีที่ไม่ซับซ้อน เรียกว่า พวกออโตทรอฟ (Autotroph) ได้แก่ แพลงตอน พืชทั่วไป รวมถึงแบคทีเรียชนิดที่สังเคราะห์ด้วยแสง

2) ผู้บริโภค (Consumer) คือ สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถนำเอาสารเคมีต่าง ๆ มาผลิตเนื้อเยื่อและส่วนประกอบต่าง ๆ ได้เอง ต้องอาศัยพืชเป็นอาหารหรืออาศัยสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ด้วยการกินเป็นอาหารจึงจะดำรงชีวิตอยู่ได้ ได้แก่ สัตว์ แบ่งออกเป็น 6 ชนิด

ก. สัตว์กินพืช (Herbivore) หมายถึง สัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร เช่น ช้าง ม้า กระต่าย กระรอก

ข. สัตว์กินสัตว์ (Carnivore) หมายถึง สัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหาร เช่น คางคก งู เสือ สิงโต

ค. สัตว์ที่กินทั้งพืชและสัตว์ (Omnivore) ได้แก่ คน นก ไก่

ง. สัตว์ที่กินเศษอินทรีย์ (Detritivore) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่กินซากพืช ซากสัตว์ที่เริ่มย่อยสลายเป็นอาหาร เช่น หอย หนอน ไส้เดือน

จ. ผู้กำจัดของเสียหรือผู้บริโภคซากพืชซากสัตว์ (Scavenger) หมายถึง สัตว์ที่กินมูลสัตว์หรือซากสัตว์ที่ตายแล้ว เช่น กา แร้ง

ฉ. ปรสิต (Parasite) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่กับสิ่งมีชีวิตอื่นและกินอาหารจากสิ่งมีชีวิตที่มันเข้าไปอาศัยอยู่ เช่น พยาธิต่าง ๆ

3) ผู้ย่อยสลายอินทรียสาร (Decompocers or Saprotrops) คือ สิ่งมีชีวิตที่ได้รับพลังงานจากสารอาหารจากสิ่งชีวิตอื่นที่ตายแล้ว โดยการย่อยสลายสารประกอบเชิงซ้อนเหล่านี้เสียก่อน แล้วจึงดูดซึมส่วนที่สลายไปใช้ เช่น แบคทีเรีย รา เห็ด

หน้าที่ขององค์ประกอบในระบบนิเวศ

1. การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ (energy transfer / energy flow) มีลักษณะดังนี้
   - ถ่ายทอดทางเดียว (one-way-flow)
   - พลังงานจากดวงอาทิตย์เข้าสู่ระบบในรูปของแสง
   - พืช (ส่วนใหญ่เป็นพืชสีเขียว) เป็นผู้ผลิตจะเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานที่สะสมไว้ในโมเลกุลของสารอาหาร โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
   - ถ่ายทอดพลังงานไปสู่ผู้บริโภคตามลำดับขั้นของการกิน
   - พลังงานจะถูกปลดปล่อยออกจากระบบในรูปของความร้อน
2. การถ่ายเทสารวัตถุหรือการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ (nutrient cycle)

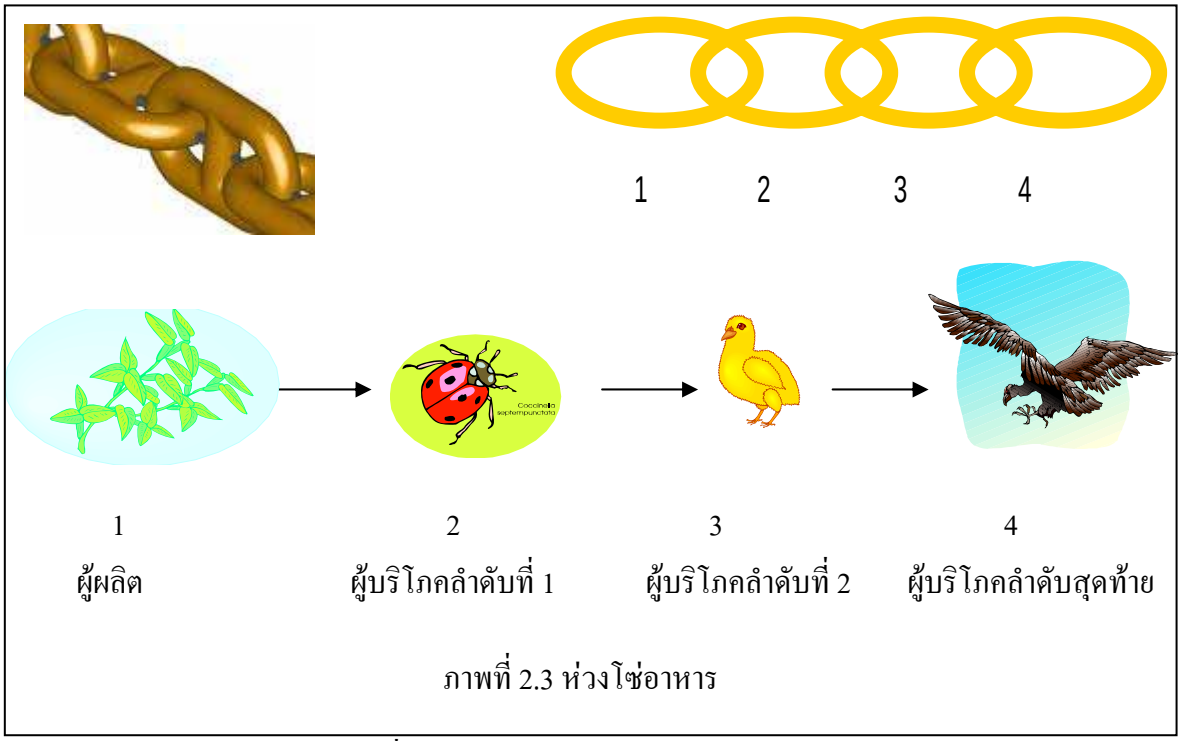
การหมุนเวียน หรือ การเคลื่อนย้ายของสารอาหารในระบบนิเวศ มีลักษณะวนกลับมาสู่ที่เดิม คือ จากดินไปสู่พืช สัตว์ แล้วย้อนกลับมาสู่ดินอีกครั้ง จึงเรียกว่าการหมุนเวียน หรือวัฏจักร

3.4 พลังงานในระบบนิเวศ

พลังงานที่มนุษย์นำมาใช้ในการดำรงชีวิตหรือดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ได้มาจากที่ใด ปัญหานี้ดูจะตอบไม่ยากนัก เรากินอาหารเข้าไปเพื่อนำอาหารนั้นไปทำให้เกิดพลังงานและนำพลังงานมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ พลังงานที่สะสมในอาหารจะอยู่ในรูปของโมเลกุลของสาร เรียกว่า **พลังงานศักย์ (Potential Energy)** พร้อมที่จะทำงานกิจกรรมต่าง ๆ ได้ทันทีเมื่อได้รับการกระตุ้น คือเปลี่ยนเป็นพลังงานที่สามารถนำไปใช้ในการดำเนินกิจกรรมนั่นเอง ซึ่งก็คือ **พลังงานจลน์ (Kinetic Energy)** ดังนั้น พลังงานหมายถึง ความสามารถที่จะทำให้เกิดงาน

3.4.1 ลำดับการถ่ายทอดพลังงาน

ขบวนการเคลื่อนย้ายพลังงานในรูปของสารอาหาร จากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคและจากผู้บริโภคไปยังผู้บริโภคตามลำดับขั้นสูงกว่า เรียกว่า **ห่วงโซ่อาหาร (Food chain)**



ภาพที่ 2.3 ห่วงโซ่อาหาร

ทำไมจึงเรียกขบวนการเคลื่อนย้ายพลังงานในรูปของสารอาหาร จากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภค และ จากผู้บริโภคไปยังผู้บริโภคตามลำดับขั้นสูงกว่า ว่า **ห่วงโซ่อาหาร**

เราสามารถเปรียบเทียบลักษณะโซ่ที่เห็นในชีวิตประจำวัน และลำดับขั้นการกินกันของสิ่งมีชีวิต ได้ดังนี้

โซ่ห่วงที่ 1 คือผู้ผลิตในระบบนิเวศ

โซ่ห่วงที่ 2 คือผู้บริโภคลำดับที่ 1 ในระบบนิเวศ หรือ ผู้บริโภคปฐมภูมิ

โซ่ห่วงที่ 3 คือผู้บริโภคลำดับที่ 2 ในระบบนิเวศ หรือ ผู้บริโภคทุติยภูมิ

โซ่ห่วงที่ 4 คือผู้บริโภคลำดับที่ 3 ในระบบนิเวศ หรือ ผู้บริโภคลำดับสุดท้าย

ดังนั้นจากรูป สามารถสรุปได้ว่าการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ มีความสัมพันธ์เกี่ยวโยงกันอยู่ โดยไม่สามารถแยกออกจากกันได้เป็นเปรียบเสมือนห่วงโซ่ที่เกี่ยวโยงกันนั่นเอง

3.4.2 วิธีการเขียนห่วงโซ่อาหาร

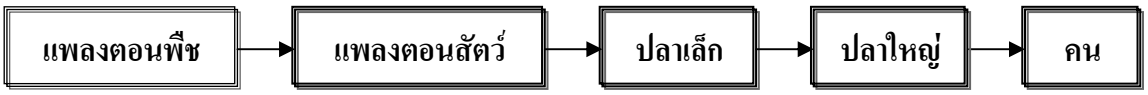
การเขียนห่วงโซ่อาหารแบบผู้ล่า ให้เหยื่อหรือผู้ถูกกินอยู่ซ้ายมือและใช้ลูกศรแทนการถ่ายทอดพลังงาน โดยให้หัวลูกศรชี้ไปยังผู้ล่าหรือผู้กิน

พิจารณาจากรูปภาพทีละคู่

ซ้าย (เหยื่อหรือผู้ถูกกิน)			**ขวา (ผู้ล่าหรือผู้กิน)**
พืช	⟶	(ลูกศรชี้ไปยังผู้ล่า)	แมลง
แมลง	⟶	(ลูกศรชี้ไปยังผู้ล่า)	ลูกไก่
ลูกไก่	⟶	(ลูกศรชี้ไปยังผู้ล่า)	เหยี่ยว

3.4.3 ประเภทของห่วงโซ่อาหาร มี 4 แบบ คือ

1) ห่วงโซ่อาหารแบบผู้ล่า (Predator Food chain หรือ Grazing Food chain) คือ ห่วงโซ่อาหารแบบจับกิน เริ่มจากผู้ผลิต ไปยังผู้บริโภคลำดับขั้นที่สูงกว่า ตัวอย่างเช่น



2) ห่วงโซ่อาหารแบบปรสิต (Parasite Food chain) คือ ห่วงโซ่อาหารที่ เริ่มจากผู้ถูกอาศัย ไปสู่ปรสิต และจากปรสิตไปสู่ปรสิตที่สูงกว่า

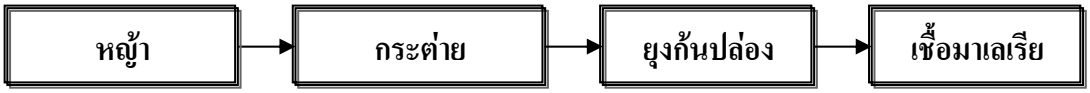
ตัวอย่างเช่น

3) ห่วงโซ่อาหารแบบเศษอินทรีย์ (Dertritus Food chain) คือ ห่วงโซ่อาหารเริ่มจากพืชหรือสัตว์ตายกลายเป็นซากพืชซากสัตว์ จะถูกกินโดยผู้บริโภคซากพืชซากสัตว์ และ ผู้บริโภคซากพืชซากสัตว์ถูกกินโดยผู้บริโภคสัตว์

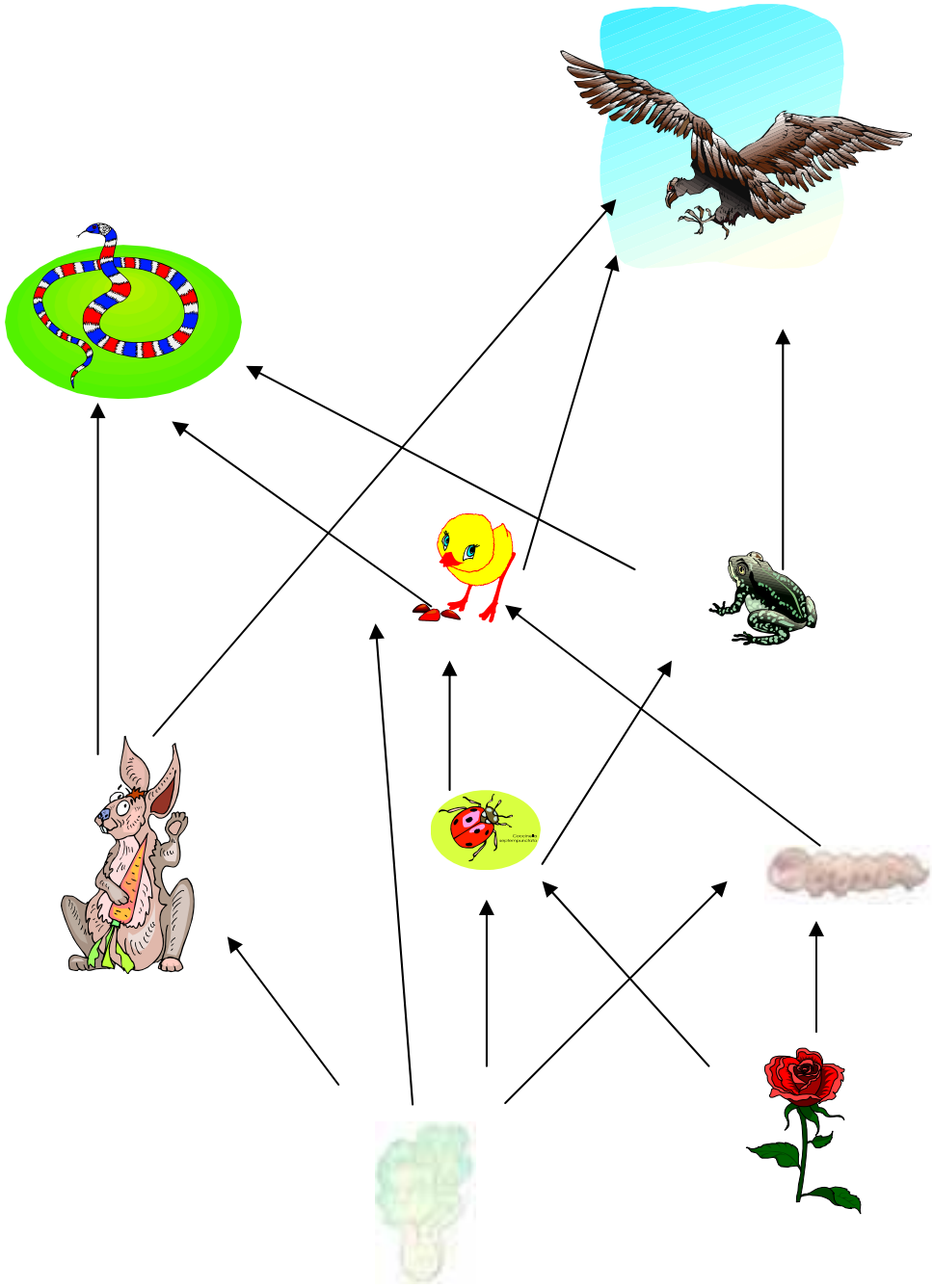
ตัวอย่างเช่น

4) ห่วงโซ่อาหารแบบผสม (Mixed Food chain) คือ ห่วงโซ่อาหารที่มีการถ่ายทอดพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิตหลาย ๆ ประเภท ซึ่งในแต่ละห่วงโซ่อาหารอาจมีทั้งผู้ผลิต ผู้บริโภค และปรสิต เช่น เริ่มต้นจากผู้ผลิตจะถ่ายทอดพลังงานไปยังผู้บริโภคที่กินพืช ซึ่งจะถ่ายทอดพลังงานต่อไปยังปรสิต

ตัวอย่างเช่น



3.4.4 สายใยอาหาร (Food web) สายใยอาหารเป็นการถ่ายทอดพลังงานเช่นเดียวกับห่วงโซ่อาหาร แต่เนื่องจากสภาพธรรมชาติหรือในสังคมหนึ่ง ๆ นั้นจะประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตมากชนิดด้วยกัน จึงทำให้การถ่ายทอดพลังงานแบบห่วงโซ่อาหารไม่ได้เป็นตามลำดับเสมอ สิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทเป็นผู้ล่าในห่วงโซ่อาหารก็อาจจะตกเป็นเหยื่อของผู้ล่าอื่น ๆ อีกหลายชนิดด้วยกัน ปรากฏการณ์ของการกินอาหารภายในระบบนิเวศ จึงมีความสลับซับซ้อนสัมพันธ์เกี่ยวโยงกันไปมา ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 สายใยอาหาร

กิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง สายใยธรรมชาติ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
2. เพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการทำลายสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
3. สรุปสาเหตุที่ทำให้สายใยธรรมชาติเกิดการเปลี่ยนแปลง

อุปกรณ์

1. เชือก 1 เส้น
2. นักศึกษา จำนวน 10 คน

วิธีทำ

1. กำหนดให้เชือก 1 เส้น เป็นตัวเชื่อมสายใยของสิ่งมีชีวิต
2. นักศึกษาจำนวน 10 คน โดยสมมุติตนเองเป็นสิ่งมีชีวิตอย่างใดอย่างหนึ่งในระบบนิเวศ และใช้ชอล์กเขียนชื่อของสิ่งมีชีวิตที่นักศึกษาเป็นไว้ ณ ตำแหน่งที่ยืนอยู่
3. นำเชือกมาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่กินสิ่งมีชีวิตอื่น โดยจับปลายเชือกไว้ข้างหนึ่งและอีกข้างหนึ่งให้สิ่งมีชีวิตชนิดอื่นจับ โดยสามารถนำเชือกมาโยงเพิ่มเติมได้ ถ้าสิ่งมีชีวิตนั้นกินสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นได้มากกว่า 1 ชนิด วาดรูปสายใยธรรมชาติครั้งที่ 1
4. สมมุติให้สิ่งมีชีวิตใดตายลงหรือหายไป เช่น นก เชือกที่ตำแหน่งนกจะถูกปล่อย
5. สังเกตความเปลี่ยนแปลง หลังจากสิ่งมีชีวิตตายลงหรือหายไป วาดรูปสายใยธรรมชาติครั้งที่ 2 และตอบคำถาม

ผลการทำกิจกรรม

คำถาม

1. นักศึกษาสมมติให้ตนเองเป็นสิ่งมีชีวิตใด และมีความสำคัญอย่างไรในระบบนิเวศหากไม่มีสิ่งมีชีวิตชนิดนี้

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักศึกษาคิดว่าอะไรเป็นสาเหตุทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งตายลงหรือหายไปจากสายใยอาหาร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.4.5 หลักการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

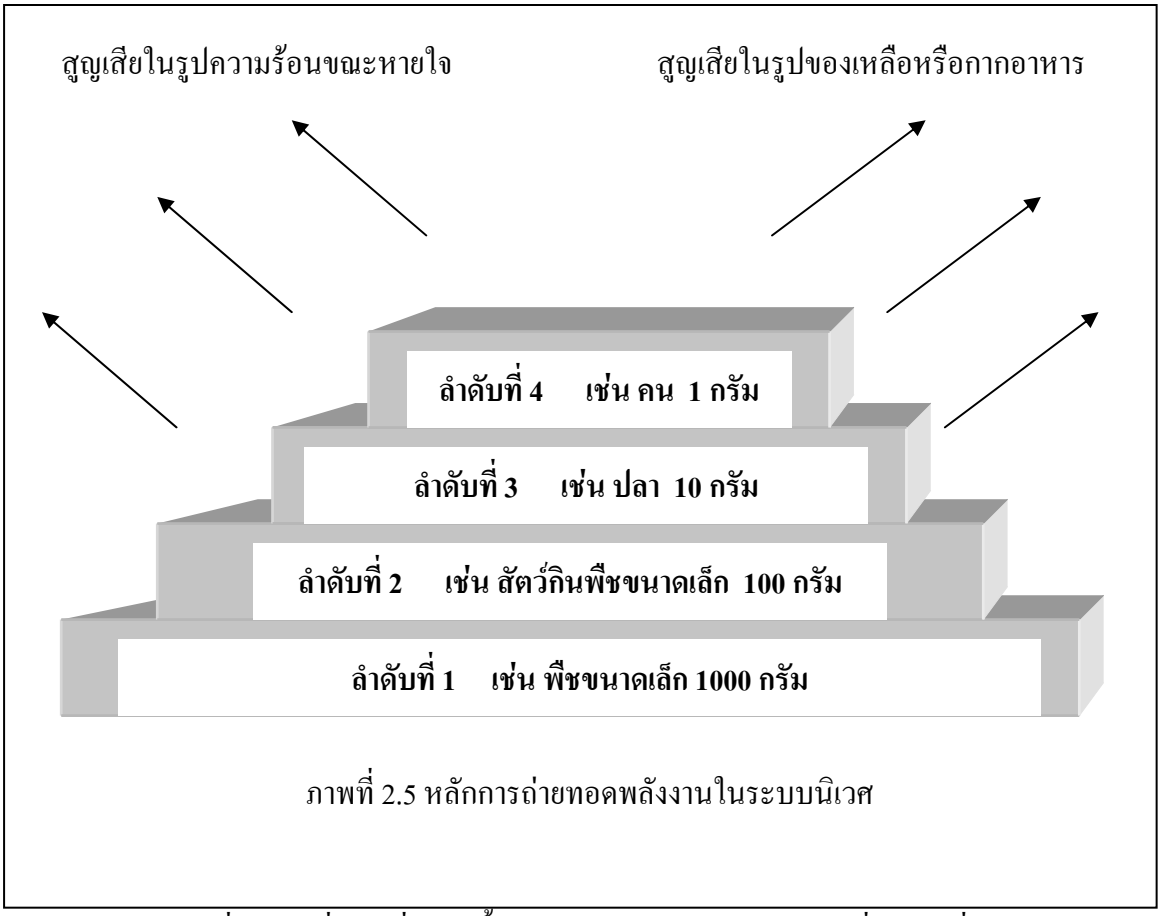
1) พลังงานที่พืชได้รับจากดวงอาทิตย์จะเป็นพลังงานชุดใหม่เสมอ

2) การถ่ายทอดพลังงานในทุกขั้นตอน จะต้องมีการสูญเสียพลังงานส่วนหนึ่งไปในรูปพลังงานความร้อนขณะหายใจ ของเหลือหรือกากอาหาร

3) ผู้บริโภคในทุกระดับจะได้รับการถ่ายทอดพลังงานในรูปของสารอาหาร

4) สิ่งมีชีวิตในแต่ละระดับขั้นการบริโภค ต้องอาศัยพลังงานสิ่งมีชีวิตในระดับขั้นการบริโภคที่ต่ำกว่า

5) ประสิทธิภาพในการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิตเป็นไปตามกฎ **"Ten percent Law"** กล่าวคือ พลังงานอาหารที่สะสมไว้ในสิ่งมีชีวิตของลำดับขั้นการบริโภคที่สูงขึ้นไปจะน้อยกว่าพลังงานอาหารที่สะสมไว้ในสิ่งมีชีวิตของลำดับขั้นการบริโภคที่ต่ำกว่าลงมา 10%

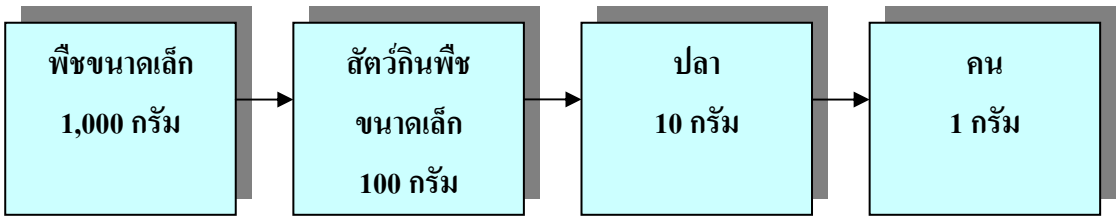


ภาพที่ 2.5 หลักการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

- หากปริมาณของสิ่งมีชีวิตที่ยอดเพิ่มมากขึ้น จะเกิดผลกระทบกระเทือนต่อสิ่งมีชีวิตอื่นในห่วงโซ่อาหารอย่างไร

จากแผนภาพแสดงถึง ความสัมพันธ์ของปริมาณอาหารของผู้บริโภคในลำดับต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่ พืช สัตว์กินพืช ปลาและคน จะเห็นได้ว่าหากต้องการให้คนซึ่งเป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้ายมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยต้องบริโภคพืชเป็นจำนวนมาก

- นักศึกษาคิดว่าความสัมพันธ์ระหว่าง น้ำหนักคนกับน้ำหนักของพืช จะเป็นอย่างไร หากห่วงโซ่อาหารยาวกว่านี้

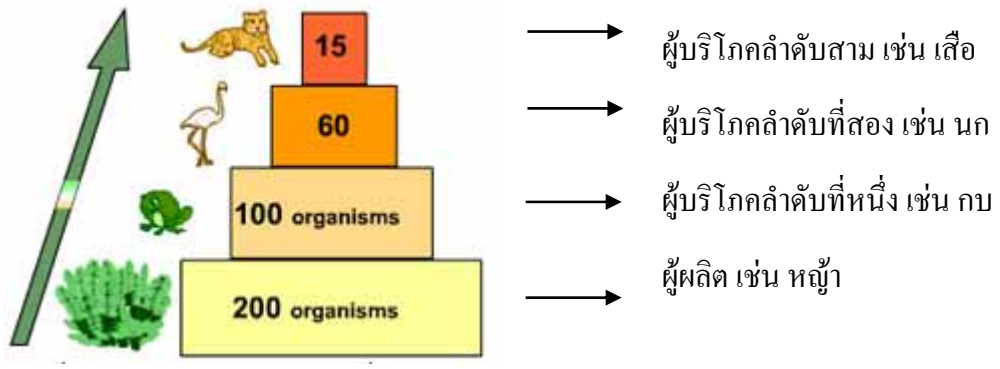


ภาพที่ 2.6 ความสัมพันธ์ของปริมาณอาหารของผู้บริโภคในลำดับต่าง ๆ

จากสัดส่วนของปริมาณผู้บริโภคที่น้อยลงตามลำดับ เปรียบเทียบกับปริมาณของสิ่งมีชีวิตที่เป็นอาหารในขั้นตอนต่าง ๆ ของการถ่ายทอดในห่วงโซ่อาหาร หากนำมาเขียนเป็นแผนภาพก็จะมีลักษณะเป็นรูปพีระมิด โดยผู้ผลิตมีปริมาณมากที่สุดอยู่ตรงตำแหน่งฐานของพีระมิด ผู้บริโภคลำดับต่าง ๆ ซึ่งมีปริมาณลดลงอยู่ถัดขึ้นไปตามลำดับ รูปมีลักษณะแหลมขึ้นทุกทีจนถึงปลายซึ่งเป็นตำแหน่งของผู้บริโภคลำดับสุดท้าย ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า **พีระมิดอาหารหรือพีระมิดนิเวศ (Food pyramid หรือ Ecological pyramid)**

3.4.6 ประเภทของพีระมิดนิเวศ แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1) พีระมิดจำนวน (Pyramid of number)

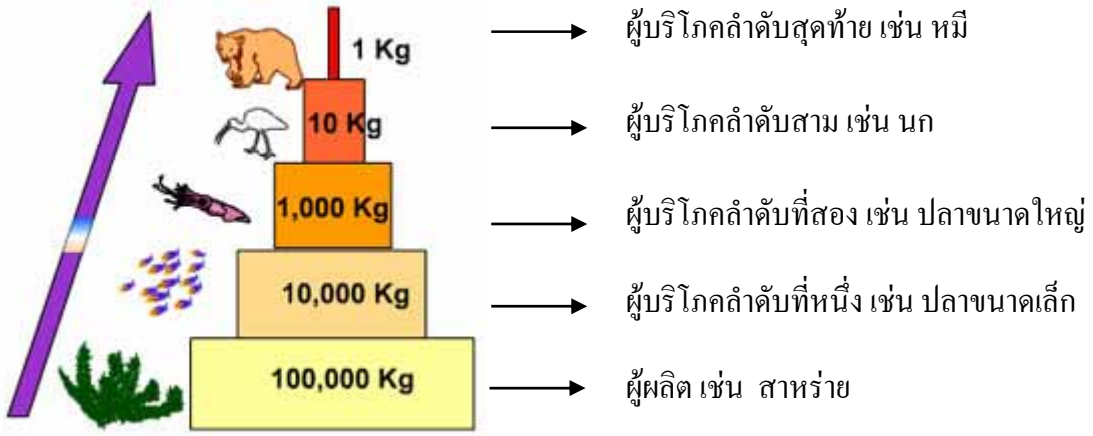


ภาพที่ 2.7 พีระมิดจำนวน

ที่มา : http://www.bwc.ac.th/pan/m5site/web_site/508/ecosystem/food%20chain.htm

พีระมิดจำนวนแสดงจำนวนของสิ่งมีชีวิตต่อหน่วยพื้นที่หรือปริมาตรในแต่ละลำดับขั้นอาหาร วิธีนี้สะดวกในการนับสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่ แต่ถ้าสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมาก จะนับจำนวนแน่นอนได้ยาก เช่น การนับจำนวนต้นหญ้าในทุ่งหญ้า และมีข้อเสียตรงที่นับเป็น 1 ตัว หรือ 1 ต้น เหมือนกัน แม้จะมีขนาดแตกต่างกันมากๆ แต่ความเป็นจริงนั้นในแง่ปริมาณพลังงานที่ได้รับหรืออาหารที่ผู้บริโภคได้รับจะมากกว่าหลายเท่า ดังนั้นจึงมีการพัฒนารูปแบบในรูปของพีระมิดมวลของสิ่งมีชีวิต

2) พีระมิดมวล (Pyramid of mass) หรือ พีระมิดมวลชีวภาพ (Pyramid of biomass) หรือพีระมิดน้ำหนักชีวภาพ หรือปริมาณสิ่งมีชีวิตในแต่ละลำดับขั้นของการกินด้วยมวลหรือน้ำหนักแห้ง (dry weight) หรือน้ำหนักทั้งหมด (net weight)



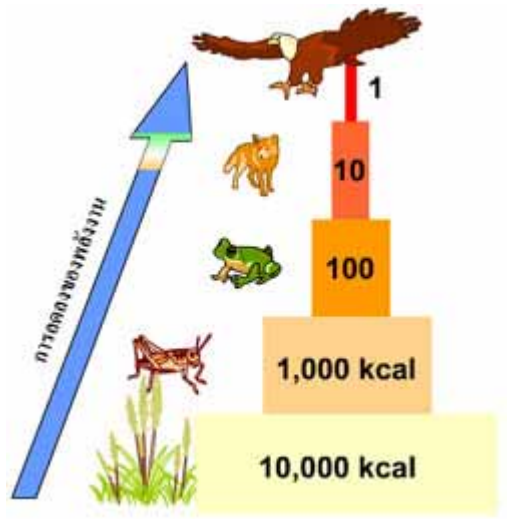
ภาพที่ 2.8 พีระมิดมวล

ที่มา : http://www.bwc.ac.th/pan/m5site/web_site/508/ecosystem/food%20chain.htm

พีระมิดมวลเป็นพีระมิดที่แสดงในแต่ละลำดับขั้นอาหารของสิ่งมีชีวิตต่อพื้นที่แทนการนับจำนวนพีระมิดแบบนี้มีความแม่นยำมากกว่าแบบที่ 1 แต่ในความเป็นจริงจำนวนหรือมวลของสิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา เช่น ตามฤดูกาลหรือตามอัตราการเจริญเติบโต ปัจจัยเหล่านี้จึงเป็นตัวแปรที่สำคัญ

อย่างไรก็ดีถึงแม้มวลที่มากขึ้น เช่นต้นไม้ใหญ่ จะผลิตเป็นสารอาหารของผู้บริโภคได้มาก แต่ก็ยังน้อยกว่าที่ผู้บริโภคได้จากสิ่งมีชีวิตเล็กๆ เช่น สาหร่ายหรือแพลงตอน ทั้ง ๆ ที่มวล หรือปริมาณของสาหร่ายหรือแพลงตอนน้อยกว่ามาก ดังนั้นจึงมีการพัฒนาแนวความคิดในการแก้ปัญหานี้ โดยในการเสนอรูปของพีระมิดพลังงาน (pyramid of energy)

3) พีระมิดพลังงาน (Pyramid of energy)



ภาพที่ 2.9 พีระมิดพลังงาน

ที่มา : http://www.bwc.ac.th/pan/m5site/web_site/508/ecosystem/food%20chain.htm

พีระมิดพลังงานเป็นพีระมิดที่แสดงปริมาณสิ่งมีชีวิตในรูปพลังงาน/หน่วยพื้นที่หรือปริมาตร/หน่วยเวลา เช่น กิโลแคลอรี/ตารางเมตร/ปี โดยพลังงานจะลดลงตามลำดับขั้น

กิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง ระบบนิเวศบ่อน้ำ

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในลักษณะห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหาร

อุปกรณ์ ระบบนิเวศบ่อน้ำ

ขั้นตอนการศึกษา

1. นักศึกษาออกไปศึกษาระบบนิเวศบ่อน้ำภายในวิทยาลัย และตอบคำถามต่อไปนี้

-ระบบนิเวศบ่อน้ำประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตกี่ประเภท อะไรบ้าง……..

……..

- นักศึกษาพบสิ่งมีชีวิตใดบ้างที่เป็นผู้ผลิต ……

- นักศึกษาพบสิ่งมีชีวิตใดบ้างที่เป็นผู้บริโภค……

- นักศึกษาพบสิ่งมีชีวิตใดบ้างที่เป็นผู้ย่อยสลาย……

2. สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดดำรงชีวิตอยู่ได้ด้วยการกินอะไรเป็นอาหาร จงเขียนห่วงโซ่อาหารให้ได้มากที่สุด

……..

……..

……..

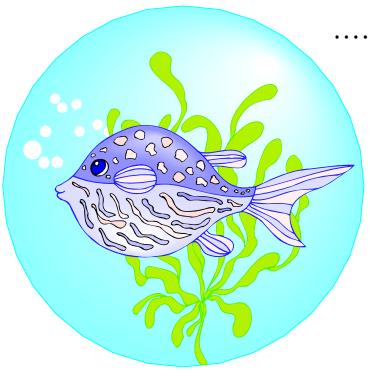
…….

3. นำสิ่งมีชีวิตทุกชนิดในระบบนิเวศบ่อน้ำ มาเขียนเป็นสายใยอาหาร

แบบฝึกหัด

<u>คำสั่ง</u> ให้นักศึกษาตอบคำถามจากสิ่งที่กำหนดให้

1. อ่างเลี้ยงปลาเป็นระบบนิเวศหรือไม่ จงอธิบาย



.....

.....

.....

.....

.....

2. การเกษตรทฤษฎีใหม่ จะแบ่งพื้นที่สำหรับเลี้ยงสัตว์ประมาณ 30 % ของพื้นที่ทั้งหมด โดยนิยมขุดบ่อเลี้ยงปลา เช่น ปลาดุก ปลานิล และสร้างโรงเรือนเลี้ยงไก่หรือหมูไว้ด้านบนของบ่อปลา

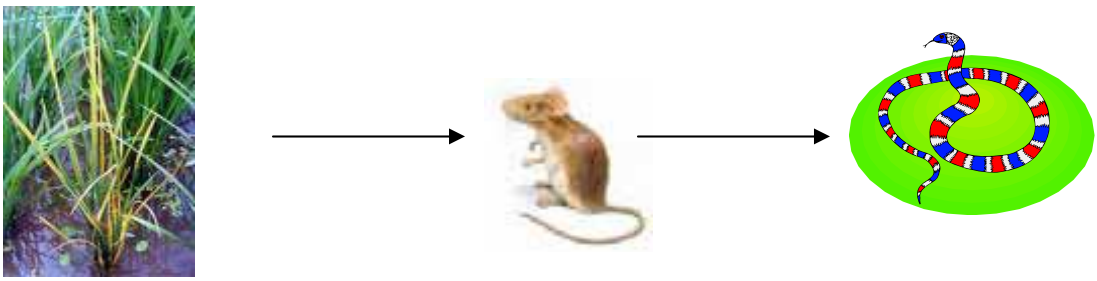
ปลาดุกปลานิลเป็นผู้บริโภคแบบใดและเพราะเหตุใด

.....

.....

.....

3. **จากรูปแสดงห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศ** ซึ่งมีการควบคุมจำนวนของสิ่งมีชีวิตให้เกิดความสมดุล คือ งูซึ่งเป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้ายทำหน้าที่ควบคุมจำนวนประชากรหนูให้มีจำนวนไม่มากเกินไปที่จะทำลายข้าว ซึ่งเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่สำคัญของมนุษย์



แต่ในปัจจุบันห่วงโซ่อาหารเกิดการขาดความสมดุล คือ มนุษย์นำงูมาทำเป็นอาหารป่าทำให้การจับงูมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น นักศึกษาคิดว่าจะเกิดผลกระทบอะไรบ้างในระบบนิเวศ

.....

.....

3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ (Biological Interaction)

พืชและสัตว์ไม่ได้อยู่อย่างโดดเดี่ยวในระบบนิเวศ แต่จะมีการกระทบกระทั่งกันในหลายทางไม่ทางตรงก็ทางอ้อม ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต มี 2 ลักษณะด้วยกัน คือ

3.5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน (Intraspecific Relationship)

ย่อมมีทั้งผลดีและผลเสียในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) ผลดีของการอยู่ร่วมกัน

ก. มีผลต่อการป้องกัน เช่น

ฝูงปลา

ที่มา : www.mediathai.net

สวนสน

ที่มา : www.thaitambon.com

รังผึ้ง

ที่มา : school.net.th

ภาพที่ 2.10 การอยู่ร่วมกันมีผลต่อการป้องกัน

- กลุ่มพืชช่วยกันต้านแรงลม เช่น ต้นสนทะเลที่ปลูกไว้เป็นแนวยาวตลอดชายฝั่งทะเลจะช่วยต้านและลดความแรงของลม

- ปลาอยู่รวมกันเป็นฝูงสามารถต่อต้านสภาพแวดล้อมที่เป็นพิษได้ดีกว่า เพราะมีสารเมือกที่ปลาแต่ละตัวหลั่งออกมา

- ผึ้งอยู่เป็นรังจะช่วยทำงานในฤดูหนาวทำให้พลังงานสูงและอบอุ่น แต่ในฤดูร้อนจะช่วยกันกระพือปีกทำให้อุณหภูมิลดลง

ข. มีอิทธิพลต่อการสืบพันธุ์ เช่น

ไก่

ที่มา : gotoknow.org

มด

ที่มา : www.bloggang.com

ภาพที่ 2.11 การอยู่ร่วมกันมีอิทธิพลต่อการสืบพันธุ์

- เป็นพฤติกรรมที่สัตว์ส่งเสียงออกไป ทั้งจากทางปากและทางอื่นๆ เช่น ไก่มีการขยับปีกการถูปีก เพื่อสื่อสารในด้านต่าง ๆ เช่น การเตือนภัย การเรียกรวมฝูงหรือรวมกลุ่ม และการเรียกคู่ผสมพันธุ์

- สัตว์หลายชนิดปล่อยสารเคมีออกจากตัวเพื่อกระตุ้นสัตว์ตัวอื่นๆ ที่เป็นชนิดเดียวกัน สารนี้เรียกว่า ฟีโรโมน สารนี้ใช้ทั้งในแง่ดึงดูดเพศตรงข้าม และใช้ในการนำทาง เช่น มดจะเดินตามกันเป็นแถวตามสารที่ตัวหน้าทิ้งไว้

ค. การแบ่งหน้าที่กันทำงาน เช่น

- การแบ่งหน้าที่กันโดยสัญชาติญาณ (เป็นมาแต่กำเนิด) เช่น ผึ้งในครอบครัวหรือผึ้งรังหนึ่ง ๆ มีสมาชิก ประกอบด้วย ผึ้งนางพญา 1 ตัว ผึ้งงานหลายพันถึงหลายหมื่นตัว ส่วนผึ้งตัวผู้จะมีหรือไม่มีก็ได้ ถ้ามีก็นับได้แค่เป็นจำนวนร้อยหรือพันเท่านั้น ผึ้งเป็นแมลงสังคมสูง ตัวที่อยู่ตำแหน่งสูงสุด ทำหน้าที่ควบคุมสังคมและวางไข่ เราเรียกว่า **"ผึ้งนางพญา (Queen)"** มีประชากรผึ้งเป็นจำนวนมาก ทำหน้าที่เป็นผึ้งงาน (worker) ผึ้งงานก็มีเพศเมียเหมือนกับนางพญา แต่เป็นหมัน ไม่สามารถออกไข่หรือขยายพันธุ์ได้ ยังมีผึ้งเพศผู้ที่เรียกว่า โดรน (drone) ซึ่งอาจมีหลายตัวแต่เป็นผึ้งที่ไม่ทำงาน ผึ้งเพศผู้เป็นผึ้งที่มีลักษณะแปลก คือเป็นผึ้งที่นางพญาสร้างขึ้นจากไข่ที่ไม่สมบูรณ์ คือไม่มีการผสมแบบสมบูรณ์ ดังนั้น ผึ้งโดรนจึงเป็นผึ้งที่มีแต่แม่ไม่มีพ่อ

- การแบ่งหน้าที่กันเกิดขึ้นภายหลังด้วยความสามารถของแต่ละตัวเช่น เมื่อเกิดการต่อสู้ ผู้ที่ได้รับชัยชนะก็จะได้รับการยอมรับเป็นจ่าฝูง (Peck order) ได้แก่ เสือ หรือสิงโต

2) ผลเสียของการอยู่ร่วมกัน

มักทำให้เกิดการแก่งแย่ง แข่งขัน อาจทำให้เกิดการกินกันเอง เช่น แมงมุมกินตัวอ่อนกรณีที่ขาดแคลนอาหาร

3.5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน (Interspecific Relationship)

กำหนดสัญลักษณ์

+ หมายถึง การได้รับประโยชน์จากอีกฝ่ายหนึ่ง

- หมายถึง การเสียประโยชน์จากอีกฝ่ายหนึ่ง

0 หมายถึง การไม่ได้รับหรือเสียประโยชน์จากอีกฝ่ายหนึ่งเลย

แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1) การอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยกัน (Symbiosis) เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต ในระบบนิเวศที่ทั้งสองฝ่ายได้รับประโยชน์ (+,+) หรือ ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งได้รับประโยชน์ (+,0) โดยไม่มีฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดเสียประโยชน์ (-) แบ่งออกเป็น3แบบ คือ

ก. การได้ประโยชน์ร่วมกัน (Protocooperation : +,+) เป็นการอยู่ร่วมกันที่ทั้งสองฝ่ายได้รับประโยชน์ร่วมกัน การอยู่ร่วมกันนี้เป็นการอยู่ร่วมกันเพียงชั่วคราว สามารถแยกออกจากกันได้โดยไม่มีฝ่ายใดได้รับความเสียหายหรือเดือดร้อน เช่น

- การอยู่ร่วมกันของนกเอี้ยงกับควาย โดยนกเอี้ยงได้กินแมลงต่าง ๆ จากหลังควาย (+) และ ควายก็ได้นกเอี้ยงช่วยกำจัดแมลงที่มาก่อความรำคาญ (+)

- การอยู่ร่วมกันปลาการ์ตูนกับดอกไม้ทะเล โดยปลาการ์ตูนอาศัยดอกไม้ทะเลพรางตัวจากศัตรูและยังอาศัยเข็มพิษของดอกไม้ทะเลป้องกันศัตรู (+) ส่วนดอกไม้ทะเลได้รับอาหารจากปลาการ์ตูนที่กำลังกินอาหาร (+)

- การอยู่ร่วมกันของผีเสื้อกับดอกไม้ โดยผีเสื้อดูดน้ำหวานจากดอกไม้เป็นอาหาร (+) และดอกไม้ก็มีผีเสื้อช่วยผสมเกสร (+)

- การอยู่ร่วมกันของมดดำกับเพลี้ยแป้ง โดยเพลี้ยได้รับประโยชน์ในการที่มดดำพาไปดูดน้ำเลี้ยงที่ต้นไม้ (+) และมดดำก็จะได้รับน้ำหวาน (+)

นกกับควาย

ที่มา : www.dlf.ac.th

ผีเสื้อกับดอกไม้

ที่มา : www.vcharkarn.com

ปลาการ์ตูนกับดอกไม้ทะเล

ที่มา : www.saveoursea.net

มดกับเพลี้ย

ที่มา : www.dnp.go.th

ภาพที่ 2.12 การได้ประโยชน์ร่วมกัน

ข. ภาวะที่ต้องพึ่งพา (Mutualism : +,+) เป็นการอยู่ร่วมกันซึ่งมีภาวะที่ต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน การอยู่ร่วมกันแบบนี้ทั้งสองฝ่ายต่างได้รับประโยชน์ร่วมกันตลอดไป ถ้าหากขาดหรือแยกจากกันมักทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นดำรงชีวิตอยู่ไม่ได้หรืออยู่ได้แต่ไม่ดีเท่าที่ควร เช่น

- การอยู่ร่วมกันของปลวกและโปรโตซัวในทางเดินอาหาร โดยปลวกไม่มีน้ำย่อยสำหรับย่อยเซลลูโลสในเนื้อไม้ โปรโตซัวช่วยในการย่อยเซลลูโลส จนทำให้ปลวกสามารถกินไม้ได้ (+) และ โปรโตรซัวก็ได้รับสารอาหารจากการย่อยสลายเซลลูโลสด้วย (+)

- การอยู่ร่วมกันของราและสาหร่าย ที่เรียกว่าไลเคน (lichen) คือการดำรงชีวิตร่วมกันของรากับสาหร่าย ซึ่งเป็นการอยู่แบบที่สิ่งมีชีวิตทั้ง 2 ชนิดต่างก็ได้รับประโยชน์ สาหร่ายมีสีเขียวสร้างอาหารเองได้โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่ต้องอาศัยความชื้นจากรา (+) ส่วนราได้รับธาตุอาหารจากสาหร่าย (+)ได้แก่ ไนโตรเจนจากการตรึงไนโตรเจน นอกจากนั้นรา

บางชนิดอาจสร้างสารพิษ ซึ่งป้องกันไม่ให้สัตว์อื่นกินไลเคนเป็นอาหารและรายังสร้างกรดช่วยในการละลายหินและเปลือกไม้ ช่วยในการละลายหินและเปลือกไม้ ทำให้ไลเคนดูดซับธาตุอาหารได้ดี

- การอยู่ร่วมกันของพืชตระกูลถั่วและแบคทีเรียไรโซเบียม (Rhizobium) ในปมรากพืชวงศ์ถั่วตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้แก่รากถั่ว (+) ในขณะเดียวกันแบคทีเรียก็ได้รับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแร่ธาตุจากต้นถั่ว (+)

การอยู่ร่วมกันของปลวก
และโปรโตซัวในทางเดินอาหาร

การอยู่ร่วมกันของพืชตระกูลถั่วและ
แบคทีเรียไรโซเบียม

ที่มา : http://www.bwc.ac.th/pan/m5site/web_site/508/ecosystem/food%20chain.htm

ไลเคน

ที่มา : www.vajiravudh.ac.th

ภาพที่ 2.13 ภาวะที่ต้องพึ่งพา

ค. ภาวะเกื้อกูลหรือภาวะอิงอาศัย (Commensalism :+,0) เป็นการอยู่ร่วมกันที่ฝ่ายหนึ่งไม่ได้รับประโยชน์แต่ไม่เสียประโยชน์ ส่วนอีกฝ่ายหนึ่งจะได้รับประโยชน์ เช่น

- ฉลามกับเหาฉลาม เหาฉลามอาศัยอยู่ใกล้ตัวปลาฉลามและกินเศษอาหารจากปลาฉลาม (+) ซึ่งปลาฉลามจะไม่ได้ประโยชน์ แต่ก็ไม่เสียประโยชน์ (0)
- พลูด่างกับต้นไม้ใหญ่ พลูด่างอาศัยร่มเงาและความชื้นจากต้นไม้ (+) โดยต้นไม้ไม่ได้ประโยชน์แต่ขณะเดียวกันก็ไม่เสียประโยชน์ (0)
- กล้วยไม้กับต้นไม้ใหญ่ กล้วยไม้ยึดเกาะที่ลำต้นหรือกิ่งของต้นไม้ซึ่งได้รับความชื้นและแร่ธาตุจากต้นไม้ (+)โดยที่ต้นไม้ไม่ได้รับประโยชน์ แต่ก็ไม่เสียประโยชน์ (0)
- นกทำรังบนต้นไม้ นกเป็นสัตว์ขนาดเล็กอาศัยทำรังบนต้นไม้ (+) โดยไม่ทำลายอันตรายให้แก่ต้นไม้ และในขณะเดียวกันต้นไม้ขนาดใหญ่ไม่ได้รับประโยชน์ แต่ก็ไม่เสียประโยชน์ (0)

ฉลามกับเหาฉลาม

ที่มา : www.msu.ac.th

เฟิร์นกับต้นไม้ใหญ่

ที่มา : **61.19.35.21/.../view.**

นกทำรังบนต้นไม้

ที่มา : www.thaimisc.com

ภาพที่ 2.14 ภาวะเกื้อกูลหรือภาวะอิงอาศัย

2) การอยู่ร่วมกันแบบเป็นปฏิปักษ์ต่อกัน (Antagonism) จะมีฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์ (+,-หรือ 0,-) หรือทั้งสองฝ่ายเสียประโยชน์ (-, -) ซึ่งแบ่งเป็น 3 แบบ คือ

ก. การแสวงผลประโยชน์ (Exploitation : +,-) เป็นการอยู่ร่วมกันที่ฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดได้ประโยชน์ และอีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

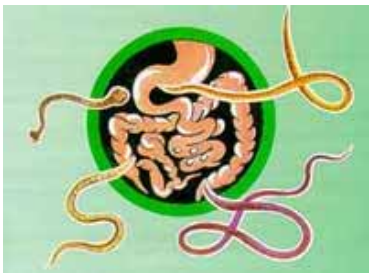
1. ภาวะมีปรสิต (Parasite : +,-) เป็นการอยู่ร่วมกันที่ฝ่ายหนึ่งเรียกว่า ปรสิต (Parasite) ซึ่งเป็นฝ่ายได้รับประโยชน์ และอีกฝ่ายหนึ่งเรียกว่าผู้ถูกอาศัยหรือเจ้าของบ้าน (Host) ซึ่งเป็นฝ่ายเสียประโยชน์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 ปรสิตภายใน (Endoparasite) เป็นปรสิตที่อาศัยอยู่ในร่างกายของผู้ถูกอาศัย เช่น

- พยาธิต่าง ๆ โดยพยาธิได้ประโยชน์ในการอยู่อาศัยและเป็นแหล่งอาหาร (+) แต่สิ่งมีชีวิตเสียประโยชน์เนื่องจากทำอันตรายและแย่งอาหารทำให้ร่างกายซูบผอม (-)
- เชื้อโรคต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดโรคกับคนและสัตว์ (+) แต่คนและสัตว์เสียประโยชน์เนื่องจากเกิดโรคภัยไข้เจ็บ (-)

เชื้อโรค

ที่มา : www.momchannel.com



พยาธิในลำไส้

ที่มา : www.thaihealth.or.th

ภาพที่ 2.15 ปรสิตภายใน

1.2 ปรสิตภายนอก (Exoparasite) เป็นปรสิตที่อาศัยอยู่ภายนอกร่างกายของผู้ถูกอาศัย เช่น

- ต้นกาฝาก มีรากพิเศษที่เจาะลงไปยังท่อน้ำและท่ออาหารของต้นไม้อื่นที่ขึ้นอยู่โดยจะดูดน้ำและอาหารจากต้นไม้ใหญ่ (+) และต้นไม้เสียประโยชน์จนอาจทำให้ต้นไม้ใหญ่ตายได้ (-)

- ต้นฝอยทอง มีรากพิเศษที่เจาะลงไปยังท่อน้ำและท่ออาหารของต้นไม้อื่นที่ขึ้นอยู่โดยจะดูดน้ำและอาหารจากต้นไม้ใหญ่ (+) และต้นไม้เสียประโยชน์จนอาจทำให้ต้นไม้ใหญ่ตายได้ (-)

- หมัด เห็บ เหา ไร โลน ปลิง ทาก เพลี้ย ยุง สิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะอาศัยอยู่ภายนอกร่างกายของสิ่งมีชีวิตโดยการดูดเลือดเป็นอาหาร (+) และผู้ที่ถูกดูดเลือดจะเสียประโยชน์ (-)

ยุงดูดเลือดคน ต้นฝอยทอง

ที่มา : www.wsra.ac.th/~science/ data/anee/p3.htm

ภาพที่ 2.16 ปรสิตภายนอก

2. การล่าเหยื่อ (Predation : +,-) เป็นการอยู่ร่วมกันโดยมีฝ่ายหนึ่งเป็นผู้ล่า (Predator) ล่าหรือจับสัตว์อื่นเป็นอาหารซึ่งได้ประโยชน์ และอีกฝ่ายหนึ่งเป็นเหยื่อ หรือผู้ถูกล่า (prey) หรือเป็นอาหารของอีกฝ่าย เช่น หมาป่าไฮยีน่าล่ากวาง กิ้งก่าจับแมลง หรือต้นกาบหอยแครงจับแมลง

สุนัขจิ้งจอกล่าเหยื่อ เสือล่ากวาง

ที่มา : www.wsra.ac.th/~science/ data/anee/p3.htm

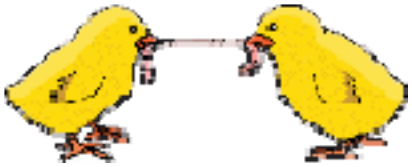
ต้นกาบหอยแครงจับเหยื่อ

ที่มา : : 210.1.19.168/.../ bodyhtm/BodyText/unit6.htm

ภาพที่ 2.17 การล่าเหยื่อ

ข. ภาวะมีการแก่งแย่งหรือการแข่งขัน (Competition : -,-) เป็นการอยู่ร่วมกันที่ต้องแข่งขันแก่งแย่งกันทำให้ทั้งสองฝ่ายเสียประโยชน์ด้วยกันทั้งคู่ การแข่งขันอาจเกิดขึ้นระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน ที่อยู่ในแหล่งเดียวกัน เพราะต้องการใช้วัตถุชนิดเดียวกัน ได้แก่ อาหาร ที่อยู่อาศัย เช่น

- ต้นไม้ในป่าต่างยืดลำต้นเพื่อแย่งแสงอาทิตย์ (-,-)
- ไก่ต่างแก่งแย่งอาหารทำให้ทั้งสองฝ่ายเสียประโยชน์ ด้วยกันทั้งคู่ (-,-)



ไก่แย่งอาหาร

ที่มา : www.dekkid.com

ภาพที่ 2.18 ภาวะมีการแก่งแย่งแข่งขัน

ค. การต่อต้านหรือสร้างสารทำลายกัน (Antibiosis :0,-) เป็นการอยู่ร่วมกันที่ฝ่ายหนึ่งไม่ได้รับประโยชน์แต่อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์ โดยอีกฝ่ายหนึ่งสร้างสารมาทำลายอีกฝ่ายหนึ่ง เช่น

- การอยู่ร่วมกันของรา (Penicillum Notatum) และแบคทีเรีย โดยราสร้างสารทำลายเพนนิซิลลินออกมาฆ่าแบคทีเรียโดยไม่ได้ประโยชน์ (0) ส่วนแบคทีเรียถูกทำลาย (-)

3) การอยู่ร่วมกันแบบเป็นกลาง (Neutralism : 0,0) เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ โดยไม่มีการเกี่ยวข้องกันโดยตรง ทำให้ไม่มีการได้ประโยชน์หรือเสียประโยชน์เป็นการดำรงชีวิตอยู่แบบต่างคนต่างอยู่ เช่น

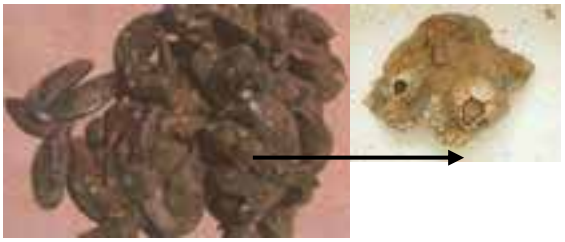
-ปลาฉลามกับปะการังและสาหร่าย ปลาฉลามดำรงชีวิตอยู่โดยไม่เกี่ยวข้อง (0) กับปะการังและสาหร่าย (0) ซึ่งดำรงชีวิตแบบต่างคนต่างอยู่

แบบฝึกหัด

คำสั่ง จากคำอธิบายที่กำหนด ให้นักศึกษาสรุปว่าสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กันในลักษณะใด

1. กวาง 2 ตัว ต่อสู้เพื่อแย่งอาหาร

……..



2. เพรียงหินที่เกาะอยู่บนเปลือกหอยแมลงภู่ โดยไม่ทำอันตรายแก่หอยแมลงภู่

……

3. ต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิงจับแมลงกินเป็นอาหาร

……..

4. นก crocodile bird กินเศษอาหารในปากจระเข้ โดยจระเข้มีฟันที่สะอาด

……

5. ดอกไม้มีนกช่วยในการผสมพันธุ์ และนกได้น้ำหวานจากดอกไม้

……..

6. ปลิงดูดเลือดคนเป็นอาหาร

……..

7. แบคทีเรียบนผิวหนังคน ได้รับอาหารจากผิวหนังที่ตายแล้วเป็นอาหาร โดยไม่ทำอันตรายกับคน

……..

3.6 ปัจจัยจำกัด (Limiting factor)

3.6.1 ความสำคัญ

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดย่อมมีสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมในการดำรงชีวิตเฉพาะตัวเช่น การเจริญเติบโต (Growth) การสืบพันธุ์ (Reproduction) และพฤติกรรม (Behavior) ซึ่งเมื่อกล่าวถึงสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไป หมายถึงสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต แต่ในความหมายของปัจจัยจำกัดจะกำหนดเฉพาะปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต ซึ่งได้แก่ปัจจัยทางเคมี-ฟิสิกส์ (Physicchemical factors) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตอย่างมาก ถ้าสิ่งแวดล้อมไม่เอื้ออำนวยก็จะส่งผลต่อการดำรงชีวิตด้วย โดยเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโต การดำรงชีวิตและแพร่กระจาย เช่น แสง อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณออกซิเจน ความเป็นกรดเป็นด่าง ตลอดจนปริมาณของแร่ธาตุต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) ปัจจัยทางกายภาพ (Physical factors) เช่น อุณหภูมิ (Temperature) แสงสว่าง (Light) ความชื้น (Humidity) ความกดดัน (Pressure) ความขุ่น (Turbidity) พื้นผิว (Subatratum) และไฟ (Fire)

2) ปัจจัยทางเคมี (Chemical factors) เช่น ธาตุอาหาร (Nutrients) ออกซิเจน (Oxygen) คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide)

3.6.2 กฎของขีดความอดทนและปัจจัยจำกัด

ในการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยจำกัดนี้ ได้มีผู้ศึกษากันมานานแล้ว โดยเฉพาะปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของพืช และจากการศึกษาได้ตั้งเป็นกฎขึ้นมาในปี ค.ศ. 1840 นักอินทรีย์เคมีชาวเยอรมันชื่อ **จูสตัส วอน ลิบิก (Justus Von Liebig)** ได้ศึกษาทดลองและเขียนเป็นรายงานเกี่ยวกับพืช พบว่าผลผลิตของพืชจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นอัตราส่วนโดยตรงกับปริมาณของแร่ธาตุที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ซึ่งปัจจัยคำกล่าวนี้ได้กลายมาเป็น **"Liebig's Law of the Minimum" หรือ "กฎน้อยที่สุดของลิบิก"** ซึ่งมีใจความสำคัญว่า "สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการแร่ธาตุและสภาวะแวดล้อมที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในอัตราส่วนที่ไม่เท่ากัน แต่ค่าความต้องการนี้จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าต่ำสุดที่แต่ละชนิดของสิ่งมีชีวิตจะสามารถดำรงอยู่ได้ ซึ่งถ้าต่ำไปกว่านี้ก็จะทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นตายไป" เช่น พืชต่างชนิดกันจะมีค่าความต้องการที่ต่ำสุดของแร่ธาตุนั้น ๆ ตลอดจนปัจจัยทางเคมี – ฟิสิกส์ไม่เท่ากัน และถ้าพืชได้รับแร่ธาตุหรือปัจจัยจำกัดต่ำกว่าขีดต่ำสุดที่จะดำรงชีวิตได้ก็จะตายไป ได้แก่ ต้นไม้ต้องการธาตุไนโตรเจนอย่างน้อย 20 กรัม จึงจะออกดอกผล ดังนั้นปริมาณธาตุไนโตรเจนที่น้อยกว่า 20 กรัม จึงเป็นปัจจัยจำกัด

ที่มา : www.jvls-ma.de

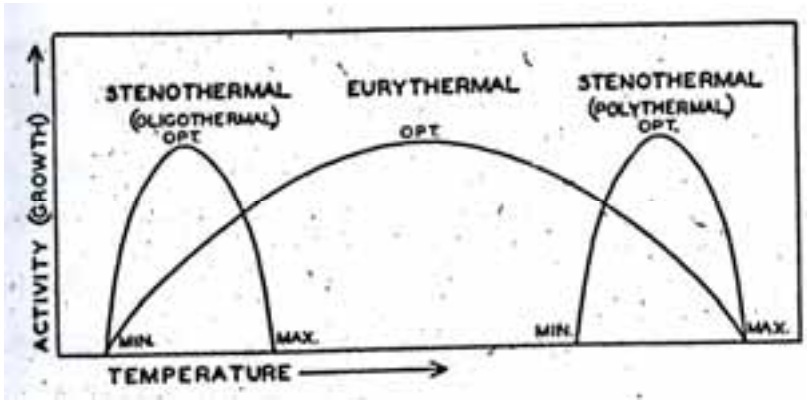
ภาพที่ 2.19 Justus Von Liebig

ต่อมาพบว่าไม่เพียงแต่ปริมาณของแร่ธาตุอาหารหรือปัจจัยจำกัดในสภาพที่น้อยเกินไปเท่านั้นที่มีผลให้สิ่งมีชีวิตตาย เพราะจากการศึกษาของ วี.อี. เชลฟอร์ด**(V.E. Shelford)** ในช่วงปี ค.ศ.1910-1913 พบว่าปัจจัยจำกัดนี้ถ้ามีมากเกินไปหรือเข้มข้นรุนแรงเกินไป ก็เป็นสาเหตุให้สิ่งมีชีวิตตายและปัจจัยจำกัดช่วงที่ดำรงชีวิตอยู่ได้นี้ ต้องมีทั้งขีดต่ำสุด (Minimum point) และขีดสูงสุด (Maximum point) ช่วงระหว่างขีดทั้งสองคือ ความอดทนของสิ่งมีชีวิตหรือช่วงที่เหมาะสม (Optimum Range) นั้นเรียกว่า **"limits of tolerance"** หรือ **"ขอบเขตของความอดทน"**

ขีดต่ำสุด ⟷ ขีดสูงสุด

ช่วงที่เหมาะสม

ซึ่งในปี ค.ศ. 1913 ได้กลายเป็น **"กฎความอดทนของเชลฟอร์ด" "Shelford's Law of Tolerance"**



กฎความอดทน

ที่มา : cyberlab.lh1.ku.ac.th/elearn/ faculty/fisher/fi16/page_4.htm - 63k -

ภาพที่ 2.20 กฎความอดทนของเชลฟอร์ด

จากภาพแสดงให้เห็นว่า ความหนาแน่นของประชากรจะสูงสุดในช่วงที่ปัจจัยจำกัดอยู่ในช่วงกลาง ๆ หรือช่วงที่เหมาะสมที่สุด (optimum) ค่าความเหมาะสมนี้จะแตกต่างไปตามชนิดของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในแง่ที่มีผลกระทบต่อขบวนการต่าง ๆ ในทางสรีรวิทยา และทำให้ความหนาแน่นของประชากรน้อยกว่าปกติ ในขณะที่ช่วงเลยขีดจำกัดต่ำสุดและสูงสุดจะไม่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ได้เลย

หลักเกณฑ์โดยทั่วไปของ กฎของขีดความอดทน (Law of tolerance) อาจสรุปได้ดังนี้

1) สิ่งมีชีวิตอาจทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยจำกัดชนิดหนึ่งได้ในช่วงที่กว้างและอาจทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยจำกัดอีกอย่างหนึ่งในช่วงที่แคบ

2) สิ่งมีชีวิตใดที่มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยจำกัดทุกปัจจัยได้ในช่วงที่กว้าง จะสามารถแพร่กระจายได้กว้าง

3) ปัจจัยจำกัดแต่ละปัจจัยจะมีความสัมพันธ์กันโดยตรง เช่น หญ้าบางชนิดถ้าปริมาณของไนโตรเจนไม่เพียงพอ จะมีผลกระทบต่อความทนทานของการขาดน้ำ เพราะถ้าปริมาณของไนโตรเจนในดินอยู่ในสภาวะที่เหมาะสม หญ้าชนิดนี้จะทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดี

4) สิ่งมีชีวิตที่เจริญเติบโตได้ดีในธรรมชาตินั้น สภาวะดังกล่าวอาจไม่ใช่สภาวะที่เหมาะสม เช่นกรณีของกล้วยไม้ เจริญงอกงามได้ดีที่มีแสงจ้ากว่าและมีอุณหภูมิต่ำกว่าในธรรมชาติ

5) ปัจจัยจำกัด มีผลกระทบต่อขั้นตอนการสืบพันธุ์ในวงจรชีวิตของสิ่งมีชีวิตอย่างมาก สัตว์แต่ละตัวจะมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยจำกัดได้ไม่เท่ากัน แม้ว่าจะเป็นสัตว์ชนิดเดียวกันก็ตาม เช่น ปูม้า และกุ้งก้ามกราม ระยะตัวอ่อนทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงได้น้อย แต่ตัวเต็มวัยจะทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงได้ดี เพราะจะพบตัวเต็มวัยได้ในทะเลปากแม่น้ำที่เป็นน้ำกร่อยและในน้ำจืด แต่จะพบตัวอ่อนในทะเลที่มีความเค็มค่อนข้างคงที่เท่านั้น

ถึงแม้ว่าปัจจัยจำกัดนี้จะมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตมากก็ตาม แต่สิ่งมีชีวิตก็มีวิธีการที่จะรักษาตนเองให้คงอยู่ได้ โดยการปรับตัวเองให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อม จึงพบว่าในธรรมชาติจะพบสิ่งมีชีวิตหลายชนิดที่มีการแพร่กระจายไปอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของโลกที่มีสภาวะแวดล้อมแตกต่างกัน แต่ยังคงเป็นชนิดเดียวกันอยู่ จึงมีชื่อประชากรที่ได้ปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อมประจำถิ่นว่า “ecotype”

3.6.3 ประเภทของปัจจัยจำกัด

1) ปัจจัยทางกายภาพ (Physical factors)

คือสภาพแวดล้อมที่อยู่ทั่ว ๆ ไป ของระบบนิเวศ ซึ่งมีหลายชนิดแต่ละชนิดมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตและการดำเนินกิจกรรมของสิ่งมีชีวิต

ก. อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนในน้ำ เมื่ออุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้น ปริมาตรของน้ำจะขยายตัว จึงทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำต่อหน่วยปริมาตรของน้ำลดลง ซึ่งโดยปกติแล้วในน้ำธรรมชาติความสามารถในการละลายออกซิเจนจากอากาศที่ความดันปกติมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ ดังสมการ

$$C_S = \frac{475}{(33.5+t)}$$

กำหนดให้ C_S = ความสามารถในการละลายของออกซิเจนคิดเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

t = อุณหภูมิขณะนั้น

ตัวอย่าง เช่น ที่อุณหภูมิ 6 ^{0}C C_S = 12 มิลลิกรัมต่อลิตร

ที่อุณหภูมิ 29 ^{0}C C_S = 7.6 มิลลิกรัมต่อลิตร

จะเห็นได้ว่า เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น ความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำน้อยลง นั่นย่อมส่งผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำด้วย

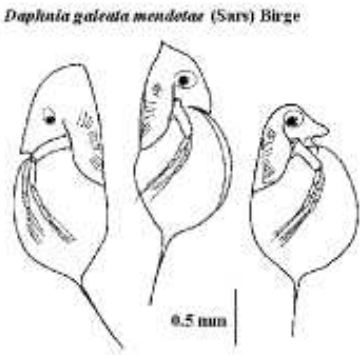
อุณหภูมิมีผลต่ออัตราเมตาบอลิซึมในร่างกายสิ่งมีชีวิต

โดยเฉพาะในสัตว์เลือดเย็นและพืช จากการศึกษาของ แวนฮอฟ (Van't Hoff) พบว่าอัตราเมตาบอลิซึมภายในสิ่งมีชีวิตจะเพิ่มขึ้นประมาณ 2-3 เท่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 ^{0}C และผลการทดลองนี้ถูกตั้งเป็นกฎเรียกว่า กฎของแวนฮอฟ (Van't Hoff Law) อีกประการหนึ่งคือ อุณหภูมิมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ ถ้าอุณหภูมิสูงหรือ ต่ำเกินไปจะทำให้เอนไซม์ทำงานไม่ปกติได้ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชั้นสูง เช่น คนมีต่อมเหงื่อในการระบายความร้อนเพื่อรักษาอุณหภูมิของร่างกาย

ภาพที่ 2.21 Van't Hoff
ที่มา : www.chemistry.msu.edu

อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ขนาดและรูปร่างของสิ่งมีชีวิต เช่น

ปลาคอด
ที่มา : www.a2zoutdoors.com



ไรน้ำ
ที่มา : science.kennesaw.edu

ภาพที่ 2.22 อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ขนาดและรูปร่าง

- อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อโครงสร้างภายในร่างกายด้วย เช่น ปลาคอด (Cod Fish) ที่เกิดคนละแห่งซึ่งมีอุณหภูมิต่างกัน จะทำให้จำนวนท่อนกระดูกสันหลังต่างกันด้วย กล่าวคือปลาคอดที่เกิดที่อุณหภูมิ 4-8 ^{0}C จะมีกระดูกสันหลัง 56 ข้อ และพวกที่เกิดในที่อบอุ่นกว่าจะมีกระดูกสันหลังเพียง 45 ข้อเท่านั้น ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและพัฒนาการของกระดูกนั่นเอง

- ไรน้ำ มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างตามฤดูกาล โดยเพิ่มความยาวของส่วนหัวและส่วนหาง ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า ไซคลอมอร์ฟอร์ซิส (Cyclomorphosis) ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นไรน้ำจำเป็นต้องสร้างโครงสร้างที่ช่วยในการลอยตัวมากขึ้น

- สัตว์ในเขตหนาวมีขนปุกปุย และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในเขตหนาวจะมีขนาดใหญ่โตกว่าสัตว์ในเขตร้อน แม้ว่าจะเป็นสัตว์ชนิดเดียวกันก็ตาม

อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีวิทยาของสิ่งมีชีวิต เช่น

หมีขาวที่ขั้วโลกเหนือ

ที่มา : news.sanook.com

เปรียบเทียบการบานของดอกทองหลางป่าที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

ที่มา : www.tourthai.com

ภาพที่ 2.23 อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีวิทยาของสิ่งมีชีวิต

- สัตว์เลือดเย็นบางชนิด เช่น กบจำศีลในช่วงฤดูหนาว (hibernation) เพื่อลดอัตราเมตาบอลิซึมของกบ

- สัตว์เลือดอุ่น เช่น หมีขาวที่ขั้วโลกเหนือมีการจำศีลเพื่อหนีอากาศที่หนาวเย็น

- สิ่งมีชีวิตบางชนิดฟักตัวเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นกว่าปกติหรือเมื่อมีอากาศแห้งแล้ง พบมากในสัตว์พวกแมลงและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่นหอยทาก

- พืชบางชนิดผลัดใบเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เพื่อลดการสูญเสียน้ำทางใบ เนื่องจากปริมาณน้ำในดินที่ได้รับน้อย ถ้ามีปริมาณใบมากจะสูญเสียน้ำทางใบมาก

- การบานของดอกไม้ เช่น ทองหลางป่า บนอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่จะมีการบานของดอกช้าลงเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าปกติ

อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการเคลื่อนที่และอพยพของสิ่งมีชีวิต เมื่ออุณหภูมิร้อนหรือหนาวจัด อาจใช้ระยะทางการเคลื่อนที่เพียงเล็กน้อยหรืออาจใช้ระยะทางไกล ๆ นับเป็นร้อยไมล์ก็ได้ เช่น

การอพยพของกวางเรนเดียร์
ที่มา : th.wikipedia.org

ภาพที่ 2.24 การอพยพเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

วัวไบซันและเส้นทางอพยพ
ที่มา : www.vr2online.com

- กวางคาริบู วัวไบซัน ปลาวาฬ ซึ่งจะอพยพจากเขตหนาวลงสู่เขตอบอุ่นในฤดูหนาวและกลับในฤดูร้อน

- นกนางแอ่นบ้าน บนถนนสีลมเกาะอยู่ตามสายไฟฟ้า

ที่มา : www.zyworld.com/NAKARIN/HTMLbarnswallow.htm - 30k

ภาพที่ 2.25 นกนางแอ่นบ้าน

นกนางแอ่นบ้านที่พบเห็นในบ้านเราในฤดูหนาว คือ กลุ่มใหญ่ที่มาจากภาคตะวันออกของรัสเซีย ตอนเหนือของจีน เดินทางมาไกลจากขั้วโลกเหนือเลยทีเดียว ที่จริงแล้วนักวิทยาศาสตร์พบว่า มีนกนางแอ่นบ้านบางพวกอพยพข้ามขั้วโลกเหนือมาถึงประเทศจีนตอนเหนือ และคาบสมุทรเกาหลีเลยทีเดียว เป็นนกเพียงชนิดเดียวที่ใช้เส้นทางบินผ่านขั้วโลกเหนือ น่าอัศจรรย์ที่มันบินฝ่าความหนาวยะเยือก ลมพายุที่โหมกระหน่ำและอากาศเลวร้ายแถบขั้วโลก บินข้ามเทือกเขาเอเวอร์เรสต์ จากการศึกษา พบว่าเนื้อของนกนางแอ่นบ้านยังมีรูพรุน เป็นโพรงอากาศแทรกอยู่ในกล้ามเนื้อ ทำให้ร่างกายส่วนใหญ่มีน้ำหนักเบาและนกนางแอ่นบ้านไม่มีการสะสมของไขมันเพื่อใช้ในการดำรงชีวิตประจำวันและใช้เดินทางไกล เพราะนกนางแอ่นบ้านเป็นนกอพยพไม่กี่ชนิดที่สามารถจับแมลงกลางอากาศกินเป็นอาหารให้พลังงานได้ตลอดเวลา จึงไม่มีการสะสมไขมันในการเดินทางไกล โดยไม่ต้องหยุดพักกินอาหารระหว่างทางเลย

อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต

สิ่งมีชีวิตใด ๆ ไม่ว่าพืชหรือสัตว์ต้องการอุณหภูมิในช่วงที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโต และถ้าหากว่าอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าปกติย่อมมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตด้วย เช่น การฟักไข่ของสัตว์ปีกและปลา การลอกคราบของกุ้งและแมลง

การลอกคราบของแมลง

ที่มา : www.vcharkarn.com

แม่ไก่ฟักไข่

ที่มา : www.gaidd.com

ภาพที่ 2.26 อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต

อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของพืชและสัตว์ตามแนวต่าง ๆ ของโลก เช่น

ผลไม้เมืองร้อน

ที่มา : www.thummada.com

ผลไม้เมืองหนาว

ที่มา : home.kku.ac.th

ภาพที่ 2.27 อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของพืช

- แนวเส้นรุ้งและระดับความสูงของพื้นที่ จะพบว่ามีสิ่งมีชีวิตแพร่กระจายไม่เหมือนกัน ได้แก่ ทุเรียน มะม่วง เจริญเติบโตได้ดีในเมืองร้อน ในขณะที่สตรอเบอรี่ แอปเปิ้ล เจริญเติบโตได้ดีในเขตหนาว

ข. แสงสว่าง (Light)

แสงสว่างทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นในเรื่องของเวลาแต่ละวันและช่วงจังหวะของฤดูกาล

การศึกษาเกี่ยวกับความเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่ตอบสนองต่อช่วงแสง เรียกว่า โฟโตเพอริโอดิซึม (Photoperiodism) แสงเป็นสิ่งเร้าที่สิ่งมีชีวิตจะเคลื่อนที่เข้าหาหรือเคลื่อนที่หนี 3 ลักษณะคือ

1. โฟโตเทกซิส (Phototaxis) หมายถึงการเคลื่อนของพืชหรือสัตว์ เพื่อเข้าหรือหนีออกจากจุดกำเนิดแสง เช่น แมลง เครื่องดักแมลงที่มีแสงสีม่วงจะช่วยล่อให้แมลง เช่น ยุง เคลื่อนที่เข้าจุดกำเนิดแสง

2. โฟโตทรอปิซึม (Phototropism) หมายถึงการหันเหทิศทางเข้าหรือเบนออกจากต้นกำเนิดแสง ซึ่งใช้กับพืชหรือสัตว์ที่เกาะอยู่กับที่ เช่น ดอกทานตะวัน

3. โฟโตไคเนซิส (Photokinesis) หมายถึงการที่สัตว์มีอัตราการเคลื่อนที่เร็วขึ้นหรือช้าลง โดยมีแสงเป็นสิ่งเร้า เช่นสัตว์หากินกลางคืน เช่น ค้างคาว นกฮูก นกเค้าแมว

ดอกทานตะวัน

ที่มา : www.thailandbuddy.com

ค้างคาว

ที่มา : www.thapla.ac.th

ภาพที่ 2.28 แสงสว่างมีผลต่ออัตราการเคลื่อนที่

แสงสว่างมีความจำเป็นต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชและการสืบพันธุ์ของสัตว์ เราสามารถใช้เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช พบว่าโดยทั่วไปแล้วพืชสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. พืชในร่ม มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงต่ำ ซึ่งทำให้การเจริญเติบโตต่ำ
2. พืชกลางแจ้ง มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูง ซึ่งทำให้การเจริญเติบโตสูง

สำหรับสัตว์บางชนิด เช่น แม่เพรียง (palolo worm) แห่งหมู่เกาะแปซิฟิกตอนใต้จะออกมาผสมพันธุ์กันในคืนวันเพ็ญ ในช่วงสัปดาห์สุดท้ายระหว่างเดือนตุลาคมและเดือนพฤศจิกายน ทุกปีโดยปล่อยสารเรืองแสง สเปิร์มและไข่ออกมาผสมกันในน้ำทะเล เป็นการตอบสนองต่อแสงจันทร์ในคืนวันเพ็ญ เรียกว่า ลูนาร์ออเรียนเตชั่น (lunar orientation)

ค. ความชื้น (Humidity)

ความชื้นในอากาศเป็นสิ่งสำคัญในการควบคุมการสูญเสียน้ำทางผิวหนังและปอดของสัตว์ สัตว์ทุกชนิดต้องการน้ำในรูปต่าง ๆ เช่น ในอาหารหรือดื่มเข้าไป เพื่อใช้ในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ภายในเซลล์ ตลอดทั้งการขับถ่ายด้วย ส่วนพืช จะได้รับผลกระทบจากระดับหรือปริมาณน้ำในดิน รวมทั้งความชื้นในอากาศ เพราะน้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในโปรโตพลาสซึมประมาณ 80-90 % ถ้าหากความชื้นไม่เพียงพอจะทำให้ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เช่น การงอกของเมล็ดเมื่อได้รับความชื้นในดินเพียงพอ

คนดื่มน้ำ

ที่มา : thainews.prd.go.th

การงอกของเมล็ด

ที่มา : cyberlab.lh1.ku.ac.th

ภาพที่ 2.29 ความสำคัญของน้ำ

ง. ความกดดัน (Pressure)

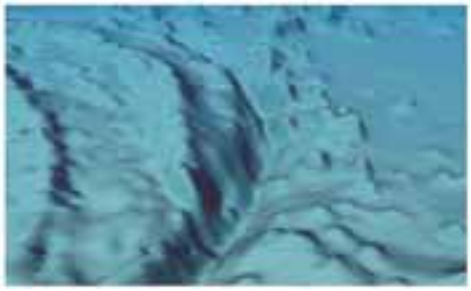
ระดับน้ำทะเลปานกลาง (Mean Sea Level) หรือ ร.ท.ก. เป็นค่าที่ได้จากการวัดระดับน้ำทะเลขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุดของแต่ละวันในช่วงระยะเวลาที่กำหนด แล้วจึงนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยเป็นระดับน้ำทะเลปานกลาง ในประเทศไทยใช้เวลาในการวัด 5 ปี โดยเลือกที่ตำบลเกาะหลักจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ดังนั้นระดับน้ำทะเลปานกลางของแต่ละบริเวณทั่วโลกจะมีความสูงไม่เท่ากัน ระดับน้ำทะเลปานกลางมีความสัมพันธ์กับความกดดัน โดยทั่วไปที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง ความกดดันมีค่าเท่ากับ 760 มิลลิเมตรปรอท หรือ 1 บรรยากาศ ในที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลขึ้นไปค่าความกดดันจะลดลงเรื่อย ๆ ด้วยอัตราส่วน 25 มิลลิเมตรปรอท ต่อ ความสูง 300 เมตร และทำให้ปริมาณออกซิเจนในบรรยากาศลดลงด้วย การที่ความกดดันลดลงครึ่งหนึ่งจาก

ระดับน้ำทะเลปานกลาง จะเริ่มเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ที่ราบสูงทิเบต (หลังคาโลก) มีความกดดัน 413 มิลลิเมตรปรอท จึงเป็นระดับที่ใกล้ถึงจุดอันตรายและยิ่งสูงขึ้นไปอีกสัตว์ ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้และปริมาณออกซิเจนน้อยลง อาหารก็จะขาดแคลนด้วย

ในทางตรงกันข้าม เมื่อลึกลงไปในทะเลความกดดันจะเพิ่มขึ้น โดยมีการเพิ่มอัตราความกดดัน 760 มิลลิเมตรปรอท ต่อความลึก 10 เมตร ดังนั้น ความลึกเฉลี่ยทะเลมหาสมุทร 3,700 เมตร จะมีความกดดันถึง 370 เท่าที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง เช่น **มาเรียน่า เทรนซ์ (Mariana Trench)** เป็นหุบเหวใต้ทะเลที่ลึกที่สุดในโลก มีความลึกถึง 10,860 เมตร มีแรงกดดันถึง 1,050 บรรยากาศ สัตว์ที่อาศัยในแถบนี้ต้องมีการปรับตัวให้มีแรงกดดันในร่างกายเท่ากับแรงกดดันภายนอก ซึ่งทำให้สิ่งมีชีวิตเหล่านี้เจริญเติบโตช้าและเคลื่อนที่ช้าด้วย เช่น **ปลาเขี้ยวแหลม (Fangtooth; *Abyssobrotula galatheae*)** ปลาทะเลลึกที่พบที่ระดับ 8,370 เมตร แถวเปอร์โตริกันทรนช์ ถูกบันทึกว่าเป็นปลาที่อยู่ในน้ำลึกที่สุดในโลก

ปลาเขี้ยวแหลม

ที่มา : www.biotec.or.th



มาเรียน่า เทรนซ์

ที่มา : www.biotec.or.th

ที่ราบสูงทิเบต

ที่มา : hilight.kapook.com

ภาพที่ 2.30 ความกดดัน

จ. ความขุ่น (Turbidity)

เนื่องจากแหล่งน้ำมีอนุภาคแขวนลอยอยู่มาก ทำให้มีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในหลาย ๆ ด้าน ด้วยกัน เช่น

- แสงสว่างส่องลงไปในน้ำได้น้อย ทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชน้ำลดลง และอนุภาคต่าง ๆ ที่เป็นสารแขวนลอยจะไปเกาะตามเหงือกปลา ทำให้ปลาหายใจไม่สะดวก
- การทับถมของตะกอนต่าง ๆ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นผิวก้นบ่อ
- อนุภาคบางอย่างสามารถตรึงสารพิษได้ จึงเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตใต้น้ำ
- อนุภาคแขวนลอยเป็นที่อยู่และเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์

ฉ. พื้นผิว (Subatratum)

พื้นผิวเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตที่จำเป็นต้องใช้พื้นผิวเพื่อการยึดเกาะ ฝังตัวหรือเป็นฐานรองรับน้ำหนักตัวไว้ พื้นผิวมีลักษณะแตกต่างกันออกไป เช่น ดิน โคลน หิน ไม้ หรือผิวน้ำ พื้นผิวมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตหลายทาง เช่น

ดินร่วน ดินทรายและดินเหนียว

ที่มา : std.kku.ac.th

ภาพที่ 2.31 พื้นผิวมีผลต่อการเจริญเติบโต

- พื้นผิวมีผลต่อการเจริญเติบโต พืชแต่ละชนิดเจริญเติบโตได้ในดินต่างชนิดกัน เช่น ดินร่วน ดินเหนียวและดินทราย นอกจากนี้พื้นผิวเป็นแหล่งอาหารสำหรับสิ่งมีชีวิต เช่น พืชได้แร่ธาตุและอาหารจากดิน
- พื้นผิวเป็นแหล่งสืบพันธุ์ ป้องกันภัย และที่อยู่อาศัย เช่น เป็นแหล่งวางไข่และเป็นแหล่งซุกซ่อนให้พ้นอันตราย
- สิ่งมีชีวิตมีการปรับตัวทางโครงสร้าง เพื่อให้เหมาะสมแก่พื้นผิว เช่น ต้นโกงกางในป่าชายเลน มีรากสำหรับค้ำจุนลำต้น

ช. ไฟ (Fire)

ไฟมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต คือเป็นปัจจัยจำกัดตามธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในป่าและทุ่งหญ้า หากเกิดไฟป่าจะส่งผลให้สิ่งมีชีวิตได้รับผลกระทบ การเกิดไฟป่ามี 3 ชนิด คือ

1. ไฟเรือนยอด (Crown Fire) คือไฟที่ลุกไหม้จนถึงเรือนยอดของต้นไม้ จะทำลายพืชและสิ่งมีชีวิตทั้งหมด

ไฟเรือนยอด

ที่มา : www.pc.gc.ca

ภาพที่ 2.32 การลุกไหม้ของไฟเรือนยอด

2. ไฟหน้าดิน (Surface Fire) คือไฟลุกไหม้เฉพาะหน้าดินเท่านั้น จึงทำลายสิ่งมีชีวิตบางชนิดเท่านั้น แต่กลับเอื้ออำนวยให้สิ่งมีชีวิตที่อดทนไฟเจริญงอกงามได้บ้าง ได้แก่ หญ้า พืชเมล็ดแข็ง เช่น โคนของสน เมล็ดมะค่าโมง

ไฟหน้าดิน

ที่มา : www.werc.usgs.gov

โคนของสน

ที่มา : www.bloggang.com

ภาพที่ 2.33 การลุกไหม้ของไฟหน้าดิน

3. ไฟพื้นดิน (Ground fire) คือไฟที่เกิดบริเวณที่มีอินทรียวัตถุทับถมมาก ไม่มีเปลวไฟและเกิดใต้ดินหรือใต้กองเศษใบไม้ ทำลายรากพืชและสัตว์ในดิน เช่น มด ปลวก

กองเศษใบไม้

ที่มา : www.geocities.com

รังมดใต้พื้นดิน

ที่มา : techno.obec.go.th

ภาพที่ 2.34 การลุกไหม้ของไฟพื้นดิน

2) ปัจจัยทางเคมี (Chemical factor)

ปัจจัยทางเคมีมีสำคัญต่อการดำรงชีวิตและการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต ปัจจัยที่สำคัญในที่นี้จะกล่าวถึงเพียง 3 ชนิด คือ

ก. ธาตุอาหาร (Nutrients)

- พืชต้องการแร่ธาตุในการสร้างความเจริญเติบโต เช่น คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแร่ธาตุที่พืชต้องการในปริมาณที่น้อยมาก แต่ถ้าขาดจะทำให้เกิดโรคต่าง ๆ เช่น เหล็ก สังกะสี แมงกานีส ตัวอย่างเช่น พืชต้องการแมกนีเซียมเพื่อสร้างคลอโรฟิลล์

- คน และ สัตว์มีความต้องการอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน วิตามินและเกลือแร่ ถ้าขาดแคลนธาตุอาหารดังกล่าว ทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง ตัวอย่างเช่น หอยทากต้องการแคลเซียมจำนวนมาก

ธาตุอาหารของพืช

ที่มา : www.doae.go.th

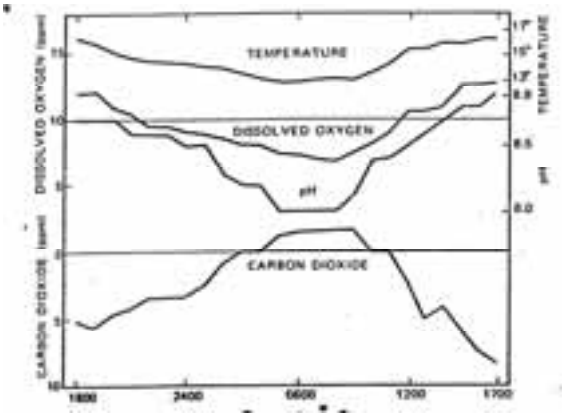
อาหารหลัก 5 หมู่

ที่มา : ebook.nfe.go.th

ภาพที่ 2.35 ธาตุอาหาร

ข. แก๊สออกซิเจน (Oxygen) ในบรรยากาศมีปริมาณแก๊สออกซิเจน 21 % หรือ 210 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อลิตร และอยู่ในน้ำประมาณ 6 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 25 ^{0}C

แก๊สออกซิเจนเป็นปัจจัยสำคัญของสิ่งมีชีวิตที่ใช้ในกระบวนการหายใจเพื่อสร้างพลังงาน แก๊สออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำได้ (Dissolved oxygen = DO) โดยการแพร่ (diffuse) แก๊สออกซิเจนในอากาศลงในน้ำจากกระบวนการของกระแสลมและคลื่น ปริมาณแก๊สออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเป็นดัชนีที่ใช้บ่งชี้สภาพของแหล่งน้ำได้ ปริมาณแก๊สออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำในรอบวันจะผันแปรตามระยะเวลาต่าง ๆ คือในช่วงเช้ามืด ปริมาณ DO จะน้อยที่สุด เพราะช่วงกลางคืนจะมีการใช้ DO เพื่อการหายใจ เมื่อมีแสงแดดขบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเริ่มต้นปริมาณ DO ในแหล่งน้ำจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น และจะมีมากที่สุดประมาณบ่าย 3 – 4 โมงเย็น เมื่อหมดแสงแดดแล้วกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจะหยุดเหลือแต่กระบวนการหายใจ ปริมาณ DO จึงเริ่มลดลงอีก ดังภาพที่ 2.36



ภาพที่ 2.36 ปริมาณแก๊สออกซิเจนละลายในน้ำ

ที่มา : cyberlab.lh1.ku.ac.th/elearn/ faculty/fisher/fi16/page_4.htm - 63k

ปริมาณแก๊สออกซิเจนในน้ำ จะเปลี่ยนแปลงเมื่ออุณหภูมิและความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้น ปริมาณแก๊สออกซิเจนในบรรยากาศมีมากสำหรับสิ่งมีชีวิต และในน้ำมีโอกาสขาดแคลนแก๊สออกซิเจนได้เสมอ โดยเฉพาะในแหล่งน้ำเล็ก ๆ ส่วนแหล่งน้ำที่กว้างใหญ่ เช่น ทะเล มหาสมุทร พบว่ามีแก๊สออกซิเจนอย่างเพียงพอ

ค. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ช่วยควบคุมความเป็นกรด-เบสของน้ำให้คงที่ ถ้าปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เปลี่ยนแปลงไป จะทำให้ค่า pH ของน้ำเปลี่ยนแปลงไปซึ่งไม่เหมาะสำหรับสิ่งมีชีวิต ในแหล่งน้ำธรรมชาติ CO_2 จะอยู่ในน้ำได้ 3 สถานะคือ

1. คาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (Free CO_2) หรือกรด H_2CO_3
2. ไบคาร์บอเนต (HCO^-_3)
3. คาร์บอเนต (CO^{2-}_3)

คาร์บอนไดออกไซด์ทั้ง 3 นี้จะอยู่ในน้ำได้ในสัดส่วนเท่าใดก็ขึ้นอยู่กับ pH ของน้ำดังนี้

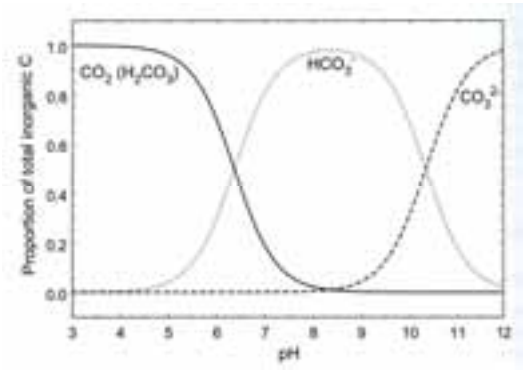
เมื่อ pH = 7 จะอยู่ในรูปของ Free CO_2

เมื่อ pH < 5 จะอยู่ในรูปของ H_2CO_3

เมื่อ pH > 8.5 จะอยู่ในรูปของ HCO^-_3

น้ำที่มีค่า pH เท่ากับ 10 จะอยู่ในรูปของ CO^{2-}_3 ประมาณ 25 % และอีก 75 % จะอยู่ในรูปของ HCO^-_3 ด้วยคุณสมบัติในการเปลี่ยนแปลงสภาพของ CO_2 ไปมาในรูปของ

กรดคาร์บอนิก ไบคาร์บอเนต คาร์บอเนต และ Free CO_2 ตามสภาพของ pH นี้โดยเฉพาะขบวนการนี้ต้องการปรับค่า pH ในแหล่งน้ำให้เป็นกลางอยู่เสมอ คือมี pH ประมาณ 7 ขบวนการนี้จึงเรียกว่า chemical buffering และจะพบค่า pH ได้ระหว่าง 5 - 9.5 แต่ค่าที่เหมาะสมสำหรับสัตว์จะอยู่ระหว่าง 7.2 – 8.5 ซึ่งน้ำจะมีสมบัติเป็นด่างเล็กน้อย ดังภาพที่ 2.37



ภาพที่ 2.37 ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ละลายในน้ำ

ที่มา : cyberlab.lh1.ku.ac.th/elearn/ faculty/fisher/fi16/page_4.htm - 63k

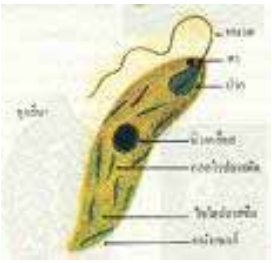
แบบฝึกหัด

สิ่งมีชีวิตต้องการปัจจัยจำกัดที่แตกต่างกัน เนื่องจากปัจจัยจำกัดชนิดใด

1. หอยโข่งลาย จะหลบหลีกอากาศร้อนในตอนกลางวันอยู่ใต้ใบไม้

……

2. การเคลื่อนที่ของยูกลีนาเข้าหาหรือออกจากแสง โดยมีอายสปอต 2 ข้าง อยู่บริเวณใกล้ฐาน โคนแฟลกเจลลัม เป็นหน่วยรับสิ่งเร้า



……..

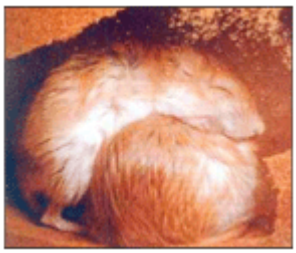
3. การหันเหของดอกทานตะวันในแต่ละช่วงเวลา

……

4. น้ำมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นส่งผลการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ

……

5. หนูขุดรูเพื่ออยู่อาศัย



……

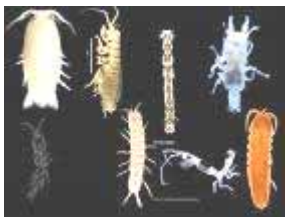
6. การออกดอก การหุบ-บานของดอกไม้ (nastic movement) เช่น ดอกคุณนายตื่นสาย

……

7. การเคลื่อนที่ของ พารามีซียมเข้าหาและออกจากฟองแก๊สของคาร์บอนไดออกไซด์

……

8. เปลี่ยนความเร็วในการเคลื่อนที่ เมื่อมีความเข้มของสิ่งเร้าเปลี่ยนไป เช่น กุ้งเต้น เมื่ออยู่ในที่มีแสงสว่างและแห้ง จะเคลื่อนที่เร็วกระโดดโลดเต้นตลอด แต่เมื่ออยู่ในที่มืดและชื้นจะเคลื่อนที่ช้าอยู่นิ่งๆ



……..

9. กล้วยไม้ป่า มักพบตามป่าชุ่มชื้นหรือน้ำตก

……

10. พืชในทะเลทราย จะมีขนาดเล็กและเป็นพืชล้มลุก

……

กิจกรรมที่ 2.3 เรื่อง ศึกษาปัจจัยจำกัดของต้นกระบองเพชร

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาปัจจัยจำกัดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกระบองเพชร

อุปกรณ์

ต้นกระบองเพชร คนละ 2 ต้น

วิธีทำ

1. ให้นักศึกษานำต้นกระบองเพชรมาจากบ้านคนละ 2 ต้น เป็นสายพันธุ์ใดก็ได้

2. นำต้นกระบองเพชรแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 วางไว้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่มีปริมาณแสงน้อย และกลุ่มที่ 2 วางไว้ที่ระเบียงห้องวิทยาศาสตร์ที่มีปริมาณแสงมาก โดยควบคุมการดูแลให้เหมือนกัน เช่น การรดน้ำ ใส่ปุ๋ย พรวนดิน เป็นระยะเวลา 4 เดือน สังเกตและบันทึกผล

3. สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผลและวาดรูปแสดงการเปลี่ยนแปลงประกอบทุกเดือน

ตารางบันทึกผลกิจกรรม

ระยะเวลาที่ดูแล	วิธีการดูแล	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็น	
		ภายในห้องวิทยาศาสตร์	ภายนอกห้องวิทยาศาสตร์
พฤศจิกายน			
ธันวาคม			
มกราคม			
กุมภาพันธ์			

ภาพการเปลี่ยนแปลง

คำถาม

1. ต้นกระบองเพชรที่วางไว้ในห้องวิทยาศาสตร์กับต้นกระบองเพชรที่วางไว้ที่ระเบียงห้องวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงต่างกันหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักศึกษาคิดว่า แสงเป็นสิ่งจำเป็นต่อต้นกระบองเพชรอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.7 วัฏจักรของสาร

คือ ขบวนการเคลื่อนย้ายแร่ธาตุที่จำเป็นในการดำรงชีวิตจากสิ่งแวดล้อมเข้าไปสู่สิ่งมีชีวิต และออกจากสิ่งมีชีวิตกลับคืนไปสู่สิ่งแวดล้อม การหมุนเวียนของแร่ธาตุจัดว่าเป็นหัวใจสำคัญในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ คาร์บอน ออกซิเจน ไนโตรเจน น้ำ กำมะถัน ฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของโปรโตรพลาสซึม

3.7.1. วัฏจักรคาร์บอน (Carbon Cycle)

ในบรรยากาศประกอบด้วย แก๊สไนโตรเจน 78 % แก๊สออกซิเจน 21 % แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 0.032 % โดยประมาณ คาร์บอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารอินทรีย์ของสิ่งมีชีวิต เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีน สารเหล่านี้นอกจากจะประกอบด้วยคาร์บอนแล้ว ยังมีส่วนประกอบของไฮโดรเจนและออกซิเจน ดังนั้นจึงจัดได้ว่าสารทั้ง 3 ชนิด เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตในโลก

ขั้นตอนการเคลื่อนย้ายของวัฏจักรคาร์บอน

1) วัฏจักรบนบก

ก. การสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis)

พืชสีเขียวและแพลงตอนพืชใช้ CO_2 เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ด้วยแสงแล้วสร้างอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{เอนไซม์และคลอโรฟิลล์}]{\text{พลังงานจากดวงอาทิตย์}} CH_2O + H_2O + O_2 + \text{พลังงาน}$$

ข. การหายใจ (Respiration)

เกิดขึ้นทั้งพืชและสัตว์ โดยการที่โมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์แตกสลายแล้วปลดปล่อยพลังงานออกมา

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{\text{เอนไซม์}} 6CO_2 + 6H_2O + \text{พลังงาน}$$

CO_2 ที่ปลดปล่อยออกมาจะเข้าสู่บรรยากาศและน้ำ ทำให้มีการใช้ CO_2 ของพืชสีเขียวและแพลงตอนพืชได้อีก หมุนเวียนเป็นวัฏจักรเช่นนี้เรื่อย ๆ

ค. การทับถมของซากพืชและซากสัตว์

ส่วนคาร์บอนที่ยังคงค้างอยู่ในพืชและสัตว์ ถูกถ่ายออกสู่บรรยากาศ เมื่อพืชและสัตว์ตายทับถมและเน่าเปื่อย ทำให้คาร์บอนถูกปลดปล่อยสู่บรรยากาศในรูป

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนซากพืชที่ไม่ถูกสลาย เมื่อถูกทับถมเป็นเวลานานก็จะกลายเป็นถ่านพีท ถ่านหิน น้ำมันและแก๊สธรรมชาติ บางส่วนจมอยู่ใต้พื้นโลก อาจเปลี่ยนสภาพได้เมื่อเกิดการระเบิดของภูเขาไฟ บางส่วนกลายเป็นหินปูน จะเปลี่ยนแปลงเมื่อเกิดการกัดกร่อน

ง. การเผาไหม้

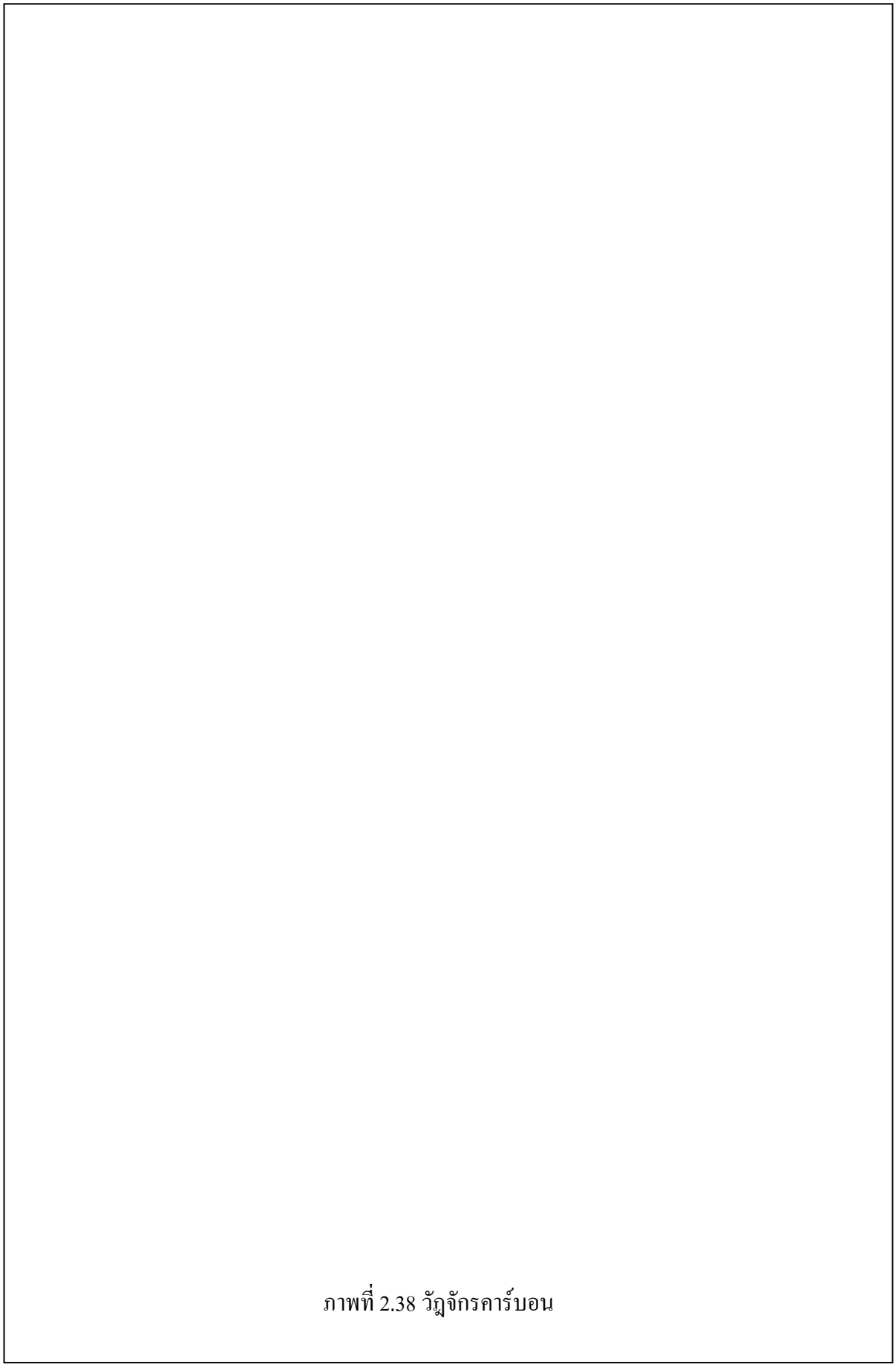
กลับคืนสู่บรรยากาศ เมื่อนำมาใช้เป็นทรัพยากรเชื้อเพลิง คาร์บอนที่ถูกเก็บสะสมในพีท ถ่านหิน น้ำมันและแก๊สธรรมชาติ จะถูกคายออกมาผสมกับแก๊สออกซิเจนในบรรยากาศกลายเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

2) วัฏจักรในทะเลหรือมหาสมุทร

การแลกเปลี่ยนคาร์บอนระหว่างบรรยากาศกับมหาสมุทร จะเกิดขึ้นบริเวณพื้นผิวน้ำในมหาสมุทรและส่วนของบรรยากาศที่ติดกับพื้นผิวมหาสมุทร โดยกระแสลมและคลื่นในมหาสมุทรเป็นตัวการทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนคาร์บอนระหว่างบรรยากาศกับมหาสมุทรเพิ่มขึ้น และแพลงตอนพืชและพืชน้ำจะจับคาร์บอนในการสังเคราะห์ด้วยแสงจะปลดปล่อยแก๊สออกซิเจนคืนสู่ผิวน้ำ เมื่อสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กและแพลงตอนตายจะค่อย ๆ จมลงและละลายอยู่ในรูปอินทรียสาร บางส่วนนำไปใช้ในการสร้างอาหารและบางส่วนจมลงสู่ก้นทะเลลึก เท่ากับเป็นการเพิ่มแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ในรูปคาร์บอเนตอิออน และไบคาร์บอเนตอิออนบริเวณก้นทะเล ทำให้คาร์บอนกลับคืนสู่วัฏจักรได้ยากขึ้น ทำให้ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในทะเลลดลง นัยว่าเป็นกลไกหักล้างกัน

เมื่อผิวน้ำรับ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จะเข้าทำปฏิกริยากับคาร์บอเนตอิออน ได้ไบคาร์บอเนตอิออน ดังสมการ

$$CO_2 + CO_3^- + H_2O \longrightarrow 2HCO_3^-$$



ภาพที่ 2.38 วัฏจักรคาร์บอน

ตอบคำถาม

1. คาร์บอนในบรรยากาศ อยู่ในรูปของสารประกอบอะไร.....
2. ในกระบวนการใดที่พืชเปลี่ยนแปลงคาร์บอนในบรรยากาศให้เป็นสารที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบในพืช.....
3. พืชปล่อยสารประกอบของคาร์บอนให้แก่บรรยากาศโดยตรงได้เช่นเดียวกับสัตว์ นักศึกษาคิดว่าสารประกอบดังกล่าวเกิดจากขบวนการใดในร่างกาย.....
4. จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช จะได้สารใดสู่บรรยากาศและเป็นประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

.....

.....

5. จากขบวนการหายใจจะได้สารประกอบใดคืนสู่บรรยากาศ.....
6. อินทรียสารที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสง นำไปใช้ในขบวนการใดของพืชและสัตว์

.....

7. ซากของสิ่งมีชีวิตถูกเปลี่ยนให้เป็นอนินทรียสารกลับสู่บรรยากาศ โดยสิ่งมีชีวิตชนิดใด

.....

8. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศที่พืชใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงได้มาจากที่ใดบ้าง

.....

9. ถ้าพืชในสิ่งแวดล้อมถูกทำลายอย่างฉับพลันจะเกิดอะไรขึ้น.....
10. ทำไมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนจึงไม่หมดไปจากบรรยากาศ ทั้ง ๆ ที่พืชและสัตว์ต้องใช้อยู่ตลอดเวลา.....

.....

3.7.2 วัฏจักรออกซิเจน (Oxygen Cycle)

ภาพที่ 2.39 วัฏจักรออกซิเจน

กระบวนการที่สำคัญของวัฏจักรออกซิเจน

1) การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{เอนไซม์และคลอโรฟิลล์}]{\text{พลังงานจากดวงอาทิตย์}} CH_2O + H_2O + O_2 + \text{พลังงาน}$$

2) การหายใจ

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{\text{เอนไซม์}} 6CO_2 + 6H_2O + \text{พลังงาน}$$

3) การแลกเปลี่ยนออกซิเจนระหว่างบรรยากาศกับพื้นน้ำ

โดยกระแสน้ำและคลื่นทะเล เป็นตัวการทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนออกซิเจนระหว่างผิวน้ำกับบรรยากาศ การแลกเปลี่ยนออกซิเจนกับบรรยากาศจะมีความสมดุล คือถ้าในบรรยากาศมีออกซิเจนมากพื้นน้ำจะเพิ่มปริมาณการรับออกซิเจนมากขึ้นด้วย ในทางตรงกันข้ามถ้าในบรรยากาศมีออกซิเจนอยู่น้อยปริมาณออกซิเจนที่คายออกสู่บรรยากาศจะมากขึ้น

3.7.3 วัฏจักรไนโตรเจน (Nitrogen Cycle)

ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหลักของสิ่งมีชีวิตและมีความซับซ้อนมาก สิ่งมีชีวิตทั้งหลายจะอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีไนโตรเจนอยู่ถึง 78% แต่มีสิ่งมีชีวิตเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่สามารถใช้ได้โดยตรงในรูปของแก๊สไนโตรเจน นอกจากนี้ไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็นในการสร้างโปรโตพลาสซึมของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง โดยจะเป็นส่วนประกอบสำคัญของโปรตีน

วัฏจักรของไนโตรเจนมีความซับซ้อนมากกว่าคาร์บอน แหล่งสะสมของไนโตรเจนอยู่ในบรรยากาศเช่นเดียวกับคาร์บอน แต่จะใช้ได้เมื่ออยู่ในสภาพสารประกอบ เช่น แอมโมเนีย ไนไตรต์ และไนเตรต ดังนั้นแหล่งสะสมที่แท้จริงของไนโตรเจนจึงอยู่ในสภาพสารอินทรีย์ เช่น ยูเรีย โปรตีน กรดนิวคลีอิก ธาตุไนโตรเจนในบรรยากาศจึงจำเป็นต้องถูกเปลี่ยนรูปให้อยู่ในสภาพที่สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่จะใช้ได้ ซึ่งเกิดโดยขบวนการตรึงไนโตรเจน (Nitrogen fixation) นอกจากนี้ในวัฏจักรของไนโตรเจนยังมีขบวนการอื่นๆ อีก 4 ขบวนการที่สำคัญ คือ Nitrogen fixation, Ammonification, Nitrification และ Denitrification

1) การตรึงแก๊สไนโตรเจน (Nitrogen fixation)

ขบวนการตรึงแก๊สไนโตรเจน (nitrogen fixation) เป็นการเปลี่ยนแก๊สไนโตรเจนจากอากาศให้อยู่ในสภาพของแอมโมเนียหรือไนเตรตซึ่งพืชนำไปใช้ได้ มี 2 ขบวนการคือ

ก. เกิดโดยขบวนการทางฟิสิกส์และเคมี (Electrochemical fixation และ photochemical fixation) โดยอาศัยปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น ปฏิกิริยาจาก ฟ้าแลบ ฟ้าผ่า ฟ้าร้องหรือการตกของอุกาบาต ทำให้เกิดพลังงานสูงสุดพอที่จะเปลี่ยนไนโตรเจนในอากาศเป็นสารประกอบไนเตรต (NO_3) ฝนจะช่วยนำสารประกอบไนเตรต ลงสู่พื้นดินและพืชสามารถดูดซึมไปใช้ได้ถึง 7.6×10^6 เมตริกตัน/ปี

ข. เกิดโดยขบวนการทางชีววิทยา (Biological fixation) การตรึงไนโตรเจนเกิดโดยการกระทำของสิ่งมีชีวิตซึ่งจะได้รับประโยชน์ถึง 90 % และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ถึง 54×10^6 เมตริกตัน/ปี ดังนี้

- โดยเริ่มจากแก๊สไนโตรเจนในบรรยากาศ 1 โมเลกุล แยกออกเป็น 2 อะตอม

$$N_2 \dots\dots\dots\blacktriangleright 2N$$

- ไนโตรเจนอิสระรวมตัวกับแก๊สไฮโดรเจนได้แอมโมเนีย พร้อมปลดปล่อยพลังงาน ออกมา 13 Kcal

$$2N + 3H_2 \dots\dots\dots\blacktriangleright 2NH_3 + 13\ Kcal$$

- แอมโมเนียส่วนหนึ่งพืชนำไปใช้ในการสร้างกรดอะมิโน

$$2NH_3 + 2H_2O + 4CO_2 \dots\dots\dots\blacktriangleright 2CH_2\text{-}NH_2\text{-}COOH + 3O_2$$

สิ่งมีชีวิตที่เกี่ยวข้องในขบวนการนี้มีหลายกลุ่ม คือ

1. symbiotic bacteria ได้แก่แบคทีเรียที่อาศัยในปมรากของพืชตระกูลถั่วหลายชนิด ซึ่งปัจจุบันมีความสำคัญมาก และเป็นที่สนใจของนักวิจัยที่จะใช้แบคทีเรียนี้ในการตรึงไนโตรเจนแก่พืชแทนการใส่ปุ๋ย แบคทีเรียนี้ส่วนใหญ่อยู่ในสกุล Rhizobium ซึ่งแต่ละชนิดจะมีความเฉพาะเจาะจงในการอยู่ร่วมกับพืชพวกถั่วชนิดต่างๆ มาก

2. free – living nitrogen fixers ได้แก่แบคทีเรียที่ดำรงชีพอย่างอิสระ แบคทีเรียพวกนี้อาศัยอย่างอิสระทั้งในน้ำและในดิน ได้แก่ Azotobacter และ Clostridium รวมทั้งสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินอีกหลายชนิด เช่น Nostoc และ Anabaena

ค. การตรึงไนโตรเจนโดยการสังเคราะห์ทางอุตสาหกรรม ซึ่งจะได้ไนเตรตออกมาใช้ในสภาพของปุ๋ยปีละเป็นจำนวนมาก เช่น ปี พ.ศ.2511 มีมากถึง 30×10^6 เมตริกตัน และปริมาณนี้จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แอมโมเนียและไนเตรตในสภาพที่ละลายน้ำได้ จะถูกพืชนำไปใช้สังเคราะห์ กรดอะมิโนและโปรตีนเพื่อใช้สร้างเป็นโปรโตพลาสซึมของพืชต่อไป

2) การสร้างแอมโมเนีย (Ammonification)

กระบวนการเปลี่ยนแปลงนี้เรียกว่า ammonification ซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนจากกรดอะมิโน หรือโปรตีนในซาก หรือในของเสียให้เป็นแอมโมเนีย การสลายนี้ผู้ย่อยสลายมีบทบาทสำคัญ กรดอะมิโนจะสลายให้แอมโมเนียและพลังงาน

$$CH_2\text{-}NH_2\text{-}COOH + 1\tfrac{1}{2}O_2 \dots\dots\dots\blacktriangleright 2CO_2 + H_2O + NH_3 + 176\ Kcal$$

แอมโมเนียส่วนหนึ่งจะละลายในน้ำ ส่วนหนึ่งละลายในดิน โดยแอมโมเนีย (NH_3) หรือแอมโมเนียอิออน (NH_4^+) พืชจะดูดซึมไปใช้โดยตรงแล้วเปลี่ยนเป็นกรดอะมิโนและโปรตีน เพื่อใช้สร้างเป็นโปรโตรพลาสซึมของพืชต่อไป หรือถ้าสัตว์กินพืช โปรตีนในพืชจะเปลี่ยนเป็นโปรตีนในสัตว์ เมื่อ

พืชและสัตว์ตายลงซากจะถูกย่อยสลายให้กลายเป็นแอมโมเนีย หรือในสัตว์เองนั้น เมตาบอลิซึมของโปรตีนจะให้ของเสียในรูปของยูเรียและของเสียพวกไนโตรเจนรูปอื่น ๆ เช่น กรดยูริก

3) การสร้างไนเตรต (Nitrificaltion)

เป็นขบวนการเปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนไตรต์และไนเตรตตามลำดับ แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ

ก. การเปลี่ยนแอมโนเนียเป็นไนไตรต์

สิ่งขับถ่ายจากสัตว์ รวมทั้งซากของพืชและสัตว์ในสภาพของแอมโนเนีย (NH_3) จะถูกไนโตรต์ โดยแบคทีเรีย เช่น nitrosomonas เปลี่ยนไปเป็นไนไตรต์ (NO_2)

$$NH_3 + 1½O_2 \dashrightarrow HNO_2^- \dashrightarrow H + NO_2^-$$

ข. การเปลี่ยนไนไตรต์เป็นไนเตรต

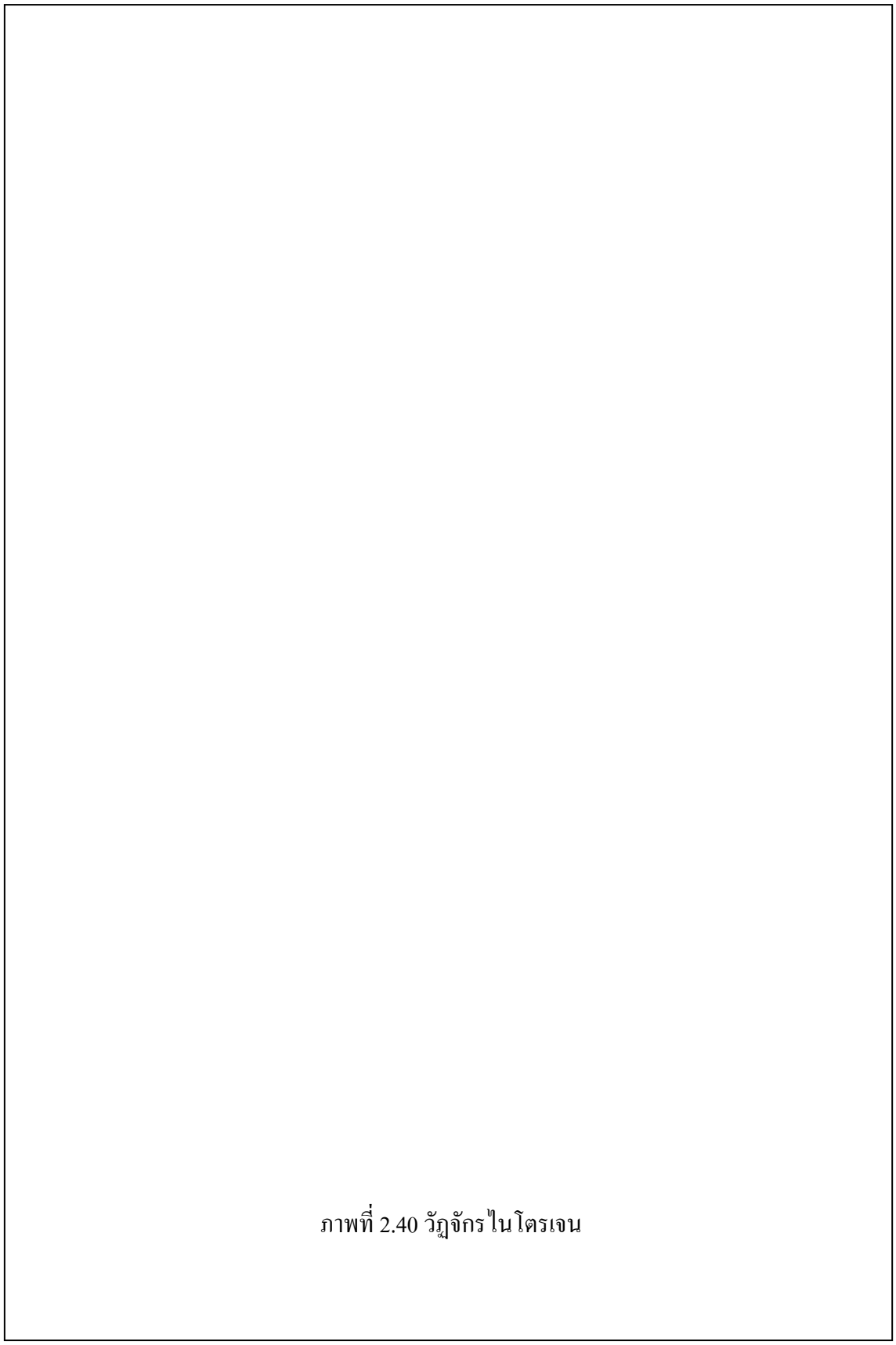
ไนไตรต์เองจะถูกเปลี่ยนเป็นไนเตรต โดยแบคทีเรีย เช่น nitrobacteria

$$NO_2^- + 1½O_2 \dashrightarrow NO_3^- + 18\ kcal$$

4) การสร้างไนโตรเจน (Denitrification)

ไนเตรตนี้จะถูกพืชนำไปใช้ได้โดยตรงและในที่สุดจะถูกสร้างไปเป็นกรดอะมิโนและโปรตีนในพืชใหม่ นอกจากนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อเป็นไนโตรเจนในบรรยากาศได้ใหม่ โดยการกระทำของ denitrifying bacteria เช่น Pseudomonas, Thiobacillus โดยการกระทำของ Micrococcus denitrificans ซึ่งหายใจไม่ใช้ออกซิเจน เนื่องจากในดินมีออกซิเจนจำกัด จึงทำให้แบคทีเรียต้องใช้ไนเตรตแทนที่ออกซิเจน การเปลี่ยนแปลงจากไนไตรต์และไนเตรตไปเป็นแก๊สไนโตรเจนในบรรยากาศใหม่นี้เรียกว่า denitrification

จากวัฏจักรของไนโตรเจนนี้เห็นได้ว่า แก๊สไนโตรเจนจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปและนำไปใช้ในระบบนิเวศในสภาพของสารประกอบชนิดต่าง ๆ และในที่สุดจะกลับคืนมาเป็นแก๊สไนโตรเจนตามเดิม ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลงจำเป็นต้องอาศัยแบคทีเรียและจุลินทรีย์หลายชนิด จึงจะทำให้เกิดสมดุลของการหมุนเวียนแร่ธาตุเหล่านี้ได้



ภาพที่ 2.40 วัฏจักรไนโตรเจน

3.7.4 วัฏจักรของน้ำ (Water Cycle)

เป็นการหมุนเวียนของน้ำในธรรมชาติเมื่อได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์จะระเหยกลายเป็นไอน้ำลอยอยู่ในชั้นบรรยากาศ เมื่อไอน้ำเหล่านี้กระทบกับความเย็นจะควบแน่นกลายเป็นละอองน้ำรวมตัวกันเป็นเมฆ เมื่อเมฆมีขนาดใหญ่ขึ้นก็จะตกลงมาเป็นฝนลงสู่พื้นดิน หมุนเวียนกันไปตลอดเวลา

น้ำที่ปรากฏในโลกจะอยู่ในสภาพและแหล่งต่าง ๆ กัน ทั้งน้ำจืดตามแหล่งน้ำต่าง ๆ ในทวีป น้ำเค็มในมหาสมุทร น้ำในดิน น้ำในอากาศในรูปของไอน้ำ และน้ำแข็งที่ปกคลุมขั้วโลก น้ำเหล่านี้เมื่อรวมกันแล้วมีจำนวนถึง 1,500 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตร ในจำนวนนี้มีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรโดยส่วนใหญ่เป็นการแลกเปลี่ยนระหว่างผิวโลกและบรรยากาศโดยการระเหย (Evaporation) และการกลั่นตัวตกกลับลงสู่ผิวโลก (Precipitation) ถ้าพิจารณาถึงความสมดุลแล้วแต่ละปีน้ำในมหาสมุทรจะเกิดการระเหยออกไปมากกว่าการกลั่นตัวกลับคืนมา ดังนั้นส่วนที่ขาดไปก็จะได้ทดแทนจากทวีป และเมื่อพิจารณาทั้งโลก ค่าเฉลี่ยการระเหยและการกลั่นตัวคืนกลับสู่ผิวโลกจะเท่ากัน ดังนี้

1) การกลับคืนสู่บรรยากาศของน้ำโดยการระเหย

น้ำมีการระเหยกลับสู่บรรยากาศไม่ว่าจะเป็นการระเหยจากผิวดิน ผิวน้ำหรือผ่านต้นไม้เป็นตัวกลางซึ่งเรียกว่าการคายน้ำของพืช เมื่อโมเลกุลของน้ำได้รับความร้อนเพิ่มมากขึ้นไม่ว่าจะเพราะไฟหรือดวงอาทิตย์ก็ตาม โมเลกุลของน้ำจะมีการเคลื่อนที่เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ทำให้โมเลกุลของน้ำในบริเวณผิวสัมผัสกับบรรยากาศมีโอกาสหลุดลอยเข้าสู่บรรยากาศได้มากขึ้น น้ำที่ไหลเวียนกลับขึ้นสู่บรรยากาศนี้จะอยู่ในรูปของไอน้ำที่มองไม่เห็นและไหลเวียนในลักษณะห่อหุ้มโลก อาจจะอยู่ในรูปของเมฆ หมอก (air mass)

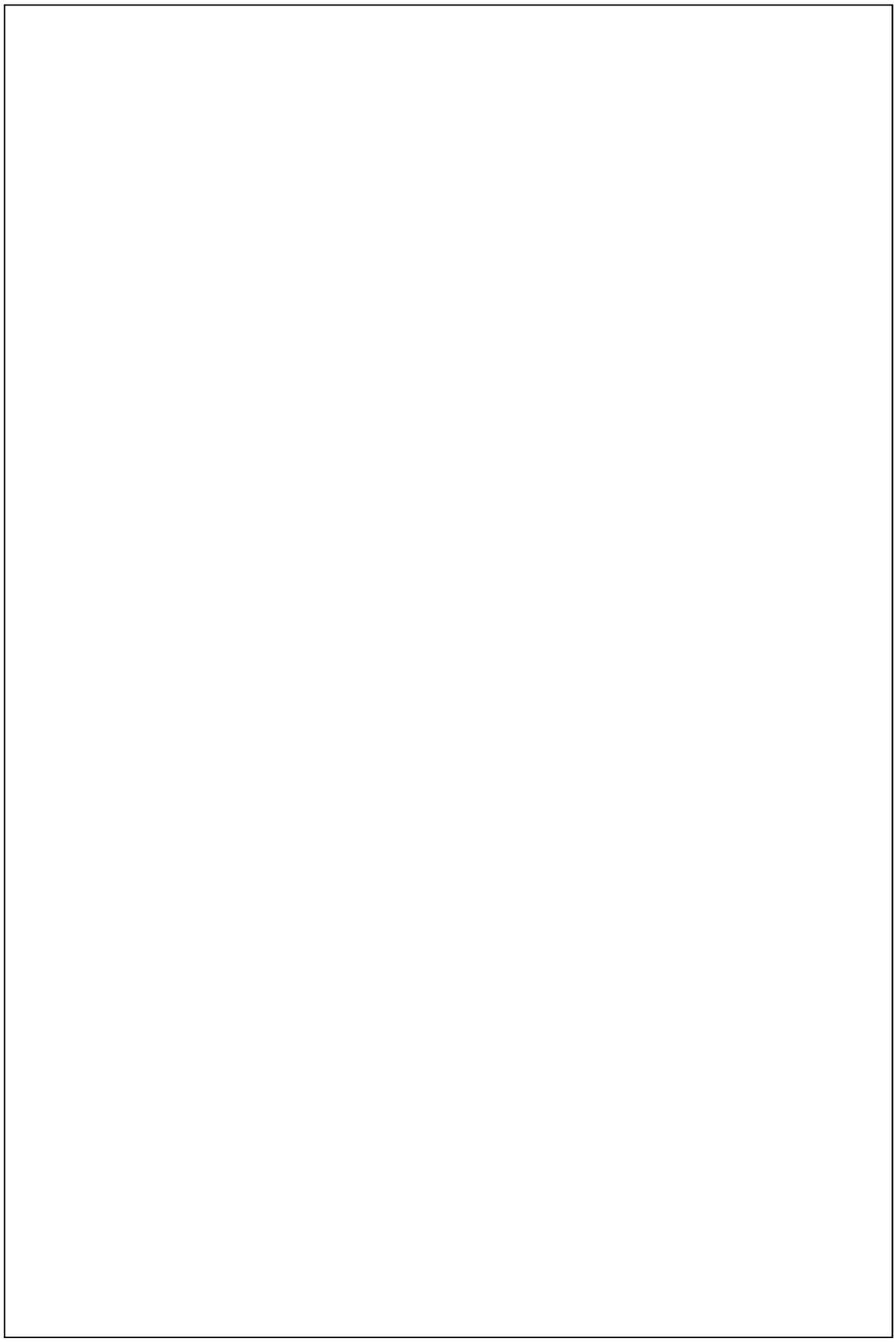
2) การกลั่นตัวกลับลงสู่ผิวโลก

ก. เป็นการรวมตัวของละอองไอน้ำด้วยกันเอง เรียกว่า Coalescence เนื่องจากภายในเมฆประกอบด้วยละอองน้ำที่มีขนาดแตกต่างกัน และมีการเคลื่อนที่ในลักษณะต่างกันด้วย เมื่อไอน้ำเคลื่อนตัวมาปะทะกันจะเพิ่มขนาดและน้ำหนักจนกระทั่งถูกแรงดึงดูดของโลกดึงให้ตกลงสู่พื้นดินก็คือ ฝน (rain)

ข. เกิดจากเมฆที่มีความเย็นจัดจนกระทั่งละอองน้ำบางส่วนแปรสภาพเป็นเกล็ดน้ำแข็งลอยปะปนอยู่ เรียกว่า Ice crystal process เมื่อมีขนาดใหญ่พอแรงดึงดูดของโลกจะดึงให้ตกลงสู่พื้นดิน แต่ในขณะตกเกล็ดน้ำแข็งผ่านอากาศลงมายังพื้นผิวโลก ความร้อนจากการเสียดสีกับอากาศ จะทำให้เกล็ดน้ำแข็งละลายกลายเป็นหยดน้ำหรือมีขนาดเล็กลง เช่น ลูกเห็บ (hail, sleet) นอกจากนี้ก็อาจจะเป็น น้ำค้าง (dew) หรือ น้ำค้างแข็งตัว (frost)

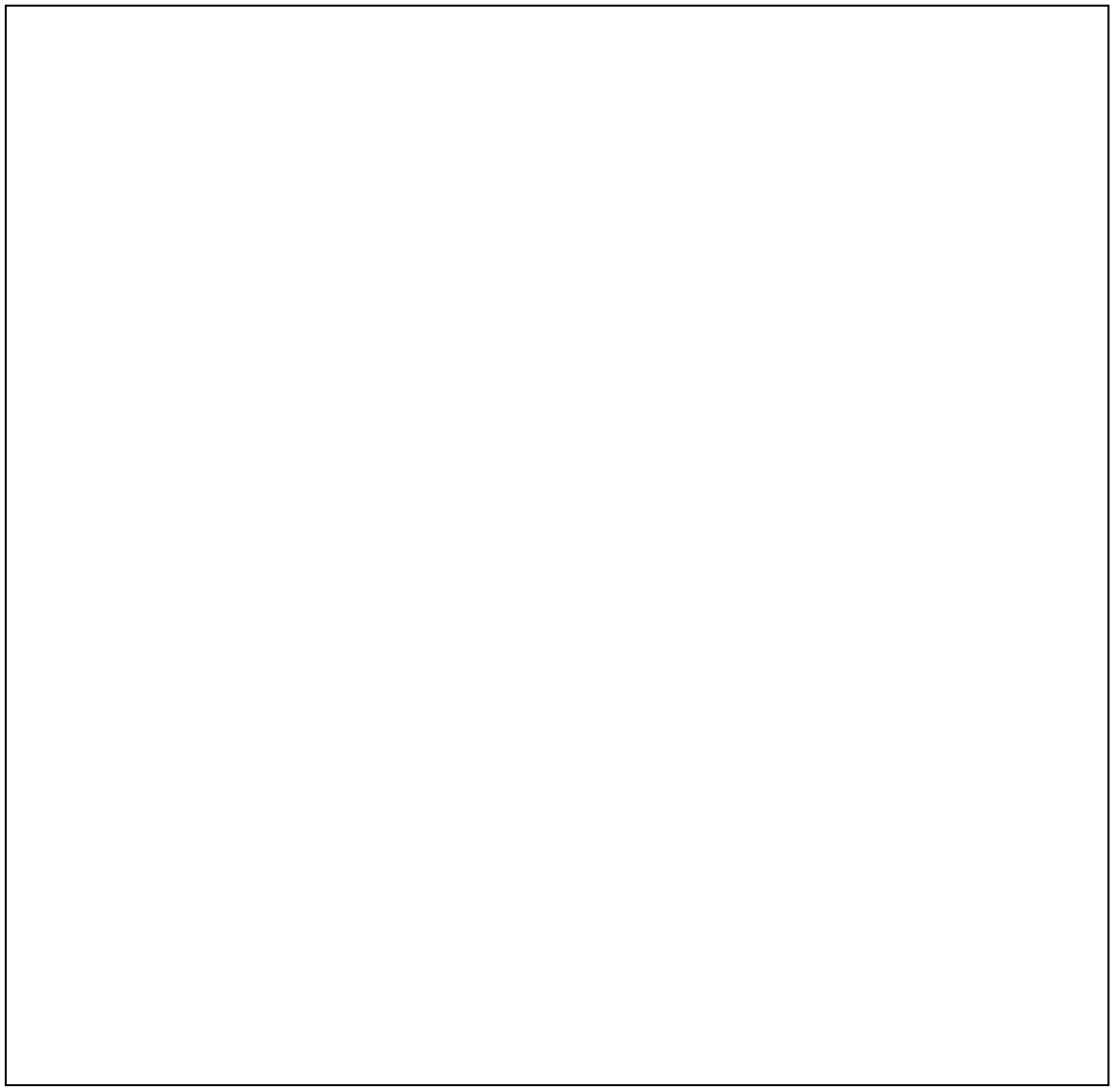
น้ำฝนที่ตกถึงพื้นดิน บางส่วนก็จะซึมลงดินด้วยแรงดึงดูดของเม็ดดิน เรียกว่า การซึมลงสู่พื้นดิน (infiltration) โดยที่บางส่วนอาจจะซึมต่อลงไป (percolation) ถึงระดับน้ำใต้ดิน เป็นน้ำบาดาล (ground water) น้ำใต้ดินมีหลายระดับชั้นจะค่อยๆ ไหลตามความลาดเทของชั้นดิน ไปสู่ที่ต่ำ อาจเป็นแหล่งขังน้ำใต้ดินอยู่หรืออาจไหลออกสู่แม่น้ำลำธาร ที่อยู่ในระดับชั้นจะค่อย ๆ ไหลตามความลาดเทของชั้นดินไปสู่ที่ต่ำ อาจเป็นแหล่งขังน้ำใต้ดินอยู่หรืออาจไหลออกสู่แม่น้ำลำธารที่อยู่ในระดับต่ำกว่าหรือออกสู่ทะเลโดยตรง แต่หากบางส่วนที่ซึมลงดินแล้วเกิดมีชั้นดินแน่นทึบวางอยู่น้ำ ในส่วนนี้จะไหลตามลาดเทใต้ผิวดิน และขนานไปกับชั้นดินแน่นทึบดังกล่าว เรียกว่า inferflow และสำหรับบางส่วนอาจจะไหลใต้ผิวดิน(subsurface flow) ซึ่งอาจจะไหลออกสู่ผิวดินอีกก็ได้น้ำซับที่ค่อย ๆ ไหลซึมลงสู่ดินตามขั้นตอนต่าง ๆ นั้นอาจจะถูกรากพืชดูดเอาไปใช้ในการเจริญเติบโตแล้วคายออกทางใบที่เรียกว่า การคายน้ำ (transpiration) ซึ่งจะเป็นจำนวนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพืช ส่วนน้ำฝนที่เหลือจากการซึมลงดิน เมื่ออัตราการตกของฝนมีค่าสูงกว่า อัตราการซึมลงดินก็จะเกิดการนองอยู่ตามพื้นดิน จากนั้นก็จะรวมตัวกันไหลลงสู่ที่ต่ำเรียกว่า overland flow บางส่วนอาจไปรวมตัวอยู่ในที่ลุ่มบริเวณเล็กๆ เรียกว่า surface storage แต่ส่วนใหญ่จะรวมตัวกันมีปริมาณมากขึ้น มีแรงเซาะดินให้เป็นร่องน้ำลำธารและแม่น้ำตามลำดับ น้ำที่ไหลอยู่ในแม่น้ำลำธารเรียกว่า น้ำท่วม (surface runoff) น้ำท่วมนี้จะไหลออกสู่ทะเลมหาสมุทรไปในที่สุด

สำหรับฝนในประเทศไทยเกิดจากการพัดพาเอาไอน้ำปริมาณมาจากท้องทะเลและมหาสมุทรเข้ามาตามร่องของลมมรสุมที่พาดผ่านแผ่นดินใหญ่ เมื่อไอน้ำมาพบกับความเย็นของอากาศเหนือแผ่นดินกับฝุ่นละอองที่ปะปนในอากาศแล้วทำให้เกิดฝนที่มีขนาดเม็ดฝนตั้งแต่ 0.02 นิ้วขึ้นไปและมีขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 0.25 นิ้ว

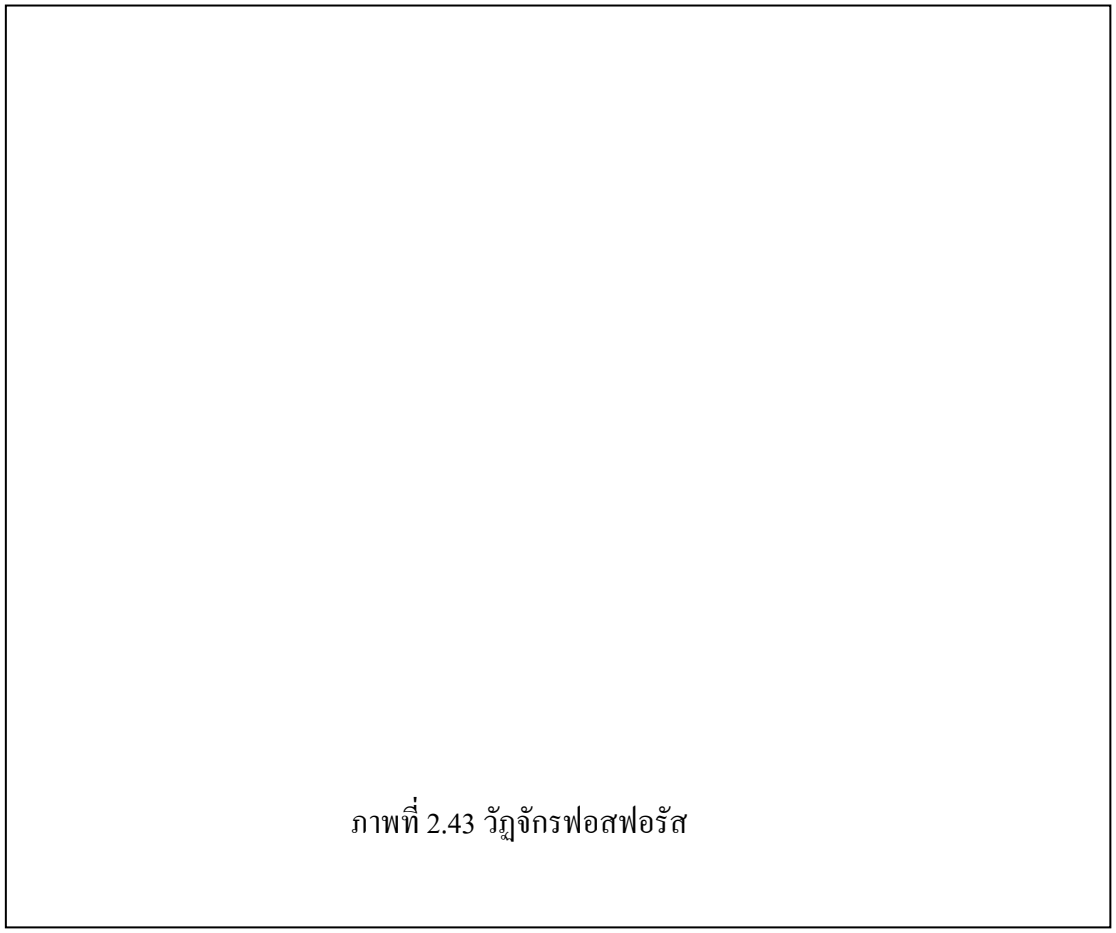


3.7.5 วัฏจักรกำมะถัน (Sulphur Cycle)

กำมะถันเป็นธาตุที่สำคัญในการสังเคราะห์โปรตีน กำมะถันในธรรมชาติอยู่ในสภาพของแร่ธาตุและสารประกอบ เช่น H_2S , SO_2 , SO_4 เมื่อสิ่งมีชีวิตตายลงสารประกอบอินทรีย์ในพืชและสัตว์ถูกย่อยสลายเป็น H_2S สามารถเปลี่ยนเป็น SO_4 ได้โดยแบคทีเรียพวกใช้แสงและสังเคราะห์เคมี ซึ่ง SO_4 จะถูกพืชนำไปใช้ได้โดยตรง ในสิ่งมีชีวิตที่ตายลงกำมะถันบางส่วนถูกสะสมและทับถมในถ่านหิน น้ำมันและปิโตรเลียมเป็นเวลานาน เมื่อมีการนำออกมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้จะได้แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ออกมา เมื่อแก๊สนี้อยู่ในบรรยากาศจะรวมตัวกับน้ำฝนและตกลงมาเป็นฝนของกรดกำมะถัน (H_2SO_4) ซึ่งกัดกร่อนสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ และเป็นอันตรายต่อการหายใจ แต่ส่วนหนึ่ง SO_2 ที่ละลายในน้ำฝนจะสามารถเปลี่ยนเป็น SO_4 ได้ส่วนหนึ่ง



3.7.6 วัฏจักรฟอสฟอรัส (Phosphorus Cycle)



ภาพที่ 2.43 วัฏจักรฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของหินฟอสเฟตหรือแร่ฟอสเฟต เมื่อถูกกัดกร่อนโดยน้ำ การชะล้างโดยฝน และกระแสลม จะอยู่รูปที่ละลายน้ำได้ ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ และจะถูกถ่ายทอดไปในระบบนิเวศตามห่วงโซ่อาหาร เมื่อพืชตายลงก็จะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียกลุ่ม Phosphatizing Bacteria ให้อยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ ส่วนนี้นอกจากพืชนำไปใช้โดยตรงแล้ว ยังถูกกระบวนการชะล้างพัดพาลงสู่ทะเล อาจจะตกตะกอนรวมเป็นหินฟอสเฟตในทะเลซึ่งถ้าเป็นหินฟอสเฟตจะละลายน้ำยากซึ่งมีสูตร $Ca_3 (PO_4)_2$ นอกจากนี้ฟอสเฟตอาจจะถูกตรึงอยู่ในสภาพที่นำมาใช้ไม่ได้ เช่น อยู่ในกระดูก หรือในหินขี้นกทะเล (guano deposits) จนกว่าคนจะนำมาใช้ ดังนั้นฟอสเฟตจึงมักจะถูกตรึงอยู่ในทะเลในสภาพของหินฟอสเฟต แหล่งทดแทนฟอสเฟตธรรมชาติบนพื้นดิน คือ มูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งนำมาใช้เป็นปุ๋ยธรรมชาติ แต่ในบางแห่งมูลสัตว์อาจถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง เช่น มูลวัว ควาย ถูกนำไปตากแห้ง และเผาเป็นเชื้อเพลิงซึ่งเป็นการสูญเสียฟอสเฟตธรรมชาติไป แหล่งสะสมของฟอสเฟตที่ใหญ่ที่สุดของโลกอยู่ในสภาพของหินฟอสเฟตที่มีสารประกอบของ ferric phosphate และ calcium phosphate สารประกอบทั้ง 2 ชนิดจะละลายได้น้อย

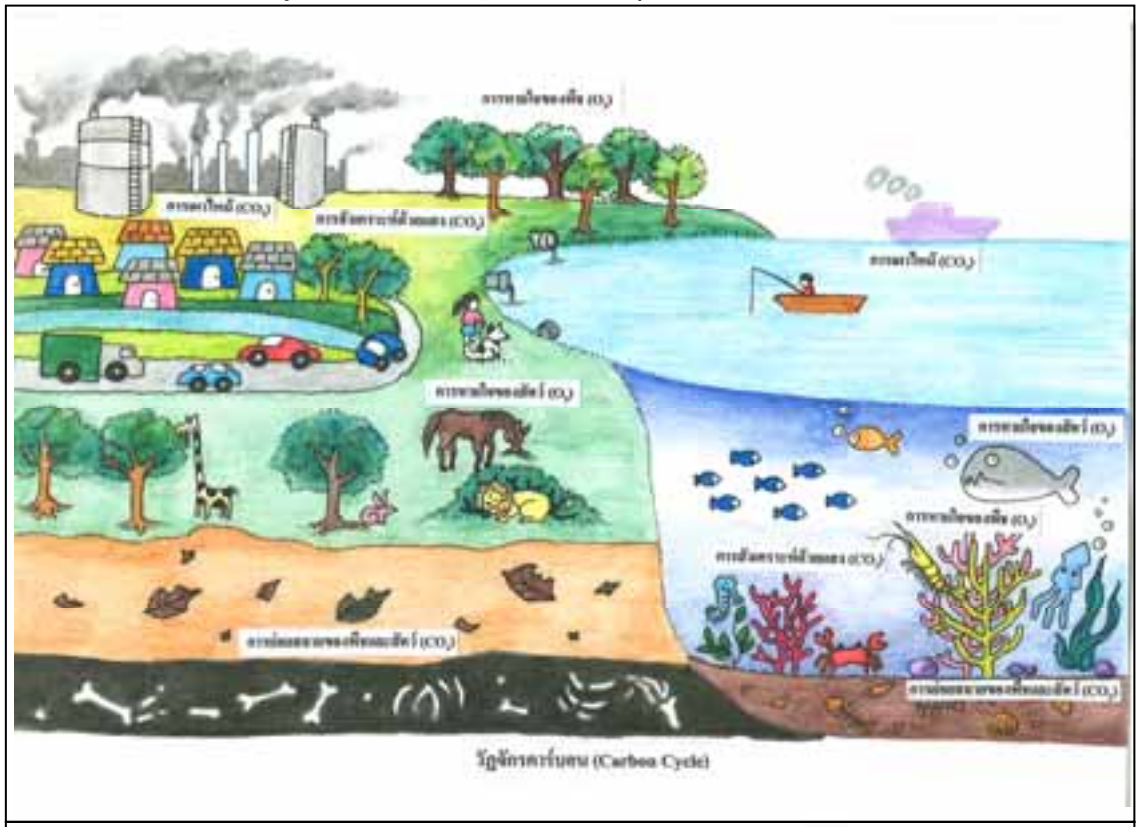
มาก จึงมีการหมุนเวียนนำมาใช้ในวัฏจักรช้ามาก และในการละลายออกมาใช้นั้นมักจะเกิดโดยปฏิกิริยาของกรดไนตริกเจือจางที่เกิดขึ้นระหว่างขบวนการ nitrification หินฟอสเฟตนี้จึงต้องมีการขุดและนำไปถลุงแยกส่วนประกอบเพื่อเอาไปใช้ในระบบนิเวศต่างๆ

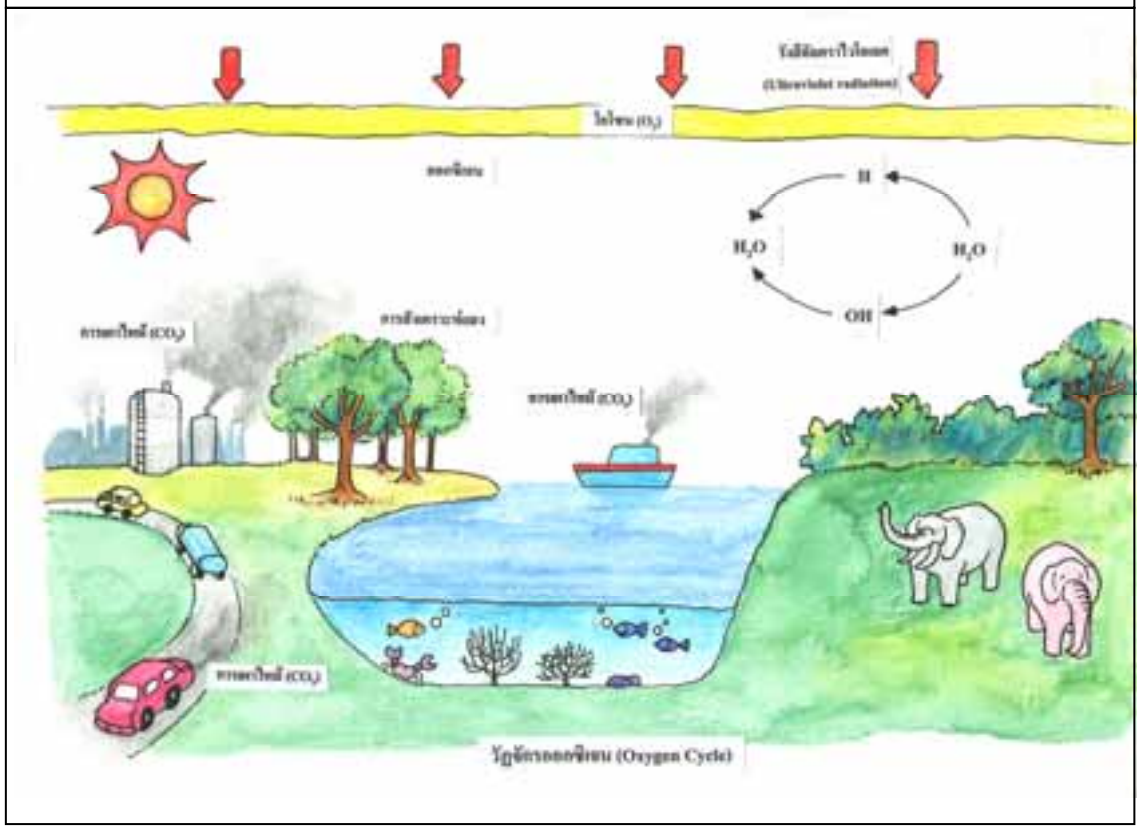
การหมุนเวียนฟอสฟอรัสในภาคพื้นดิน เป็นการหมุนเวียนแบบปิดโอกาสที่ฟอสฟอรัสจะสูญเสียไปน้อยมาก การรักษาฟอสฟอรัสจึงมีความสำคัญมากต่อสิ่งมีชีวิต เพราะปริมาณฟอสฟอรัสในดินมีค่อนข้างจำกัด การอนุรักษ์ฟอสฟอรัส คือการทำให้เกิดการหมุนเวียนตามธรรมชาติ โดยสิ่งมีชีวิตคือพืชและสัตว์ บางส่วนของฟอสฟอรัสจะถูกชะล้างด้วยน้ำฝนหรือจากแม่น้ำลำคลองสู่ทะเลสาบ ทะเลหรือมหาสมุทร โดยส่วนหนึ่งจะทับถมอยู่แถบชายฝั่ง และอีกส่วนหนึ่งจะจมลงสู่ก้นทะเล นั่นคือ ฟอสฟอรัสมีแนวโน้มสูญหายไปจากวัฏจักร นกทะเลมีบทบาทสำคัญในการนำฟอสฟอรัสกลับคืนสู่วัฏจักร เพราะนกกินปลาทะเล ฟอสฟอรัสจึงสามารถเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารตามลำดับผู้บริโภคได้อีกครั้งหนึ่ง

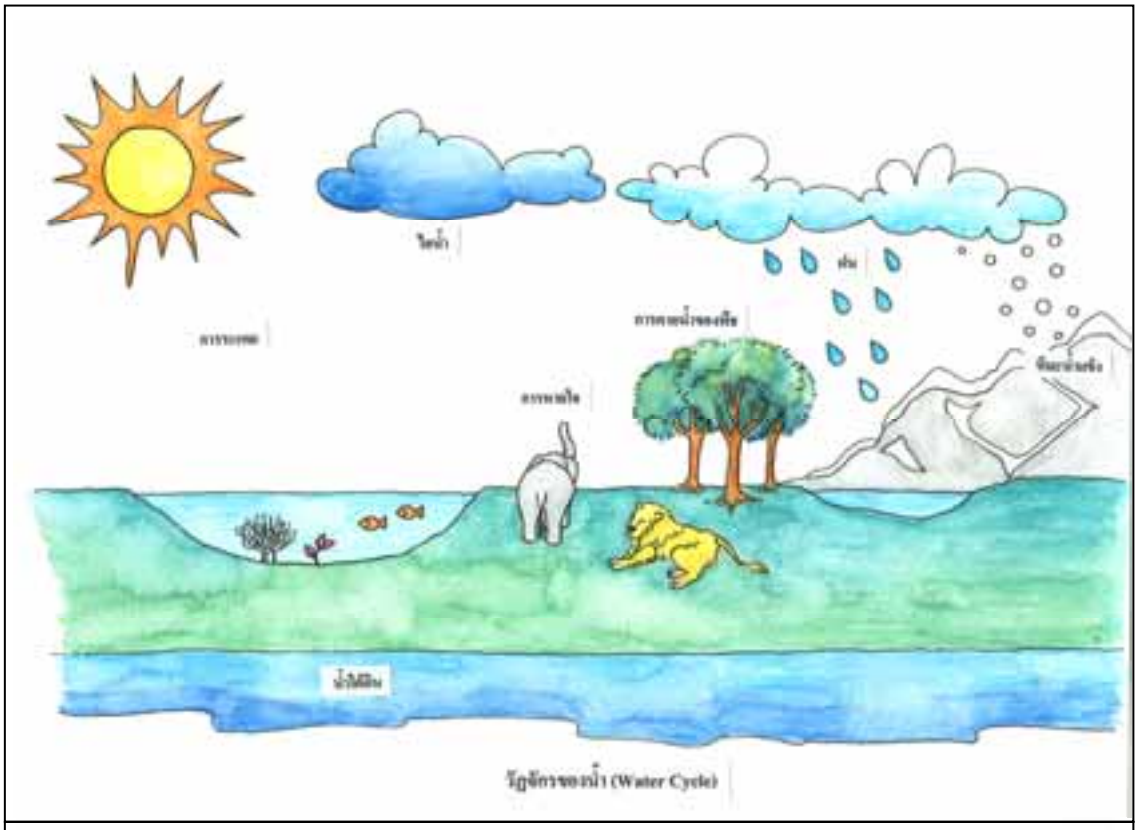
แต่ในปัจจุบันแหล่งฟอสฟอรัสที่สำคัญอีกแหล่ง คือ ผงซักฟอกที่ใช้ตามบ้านเรือนและเมื่อถูกปล่อยลงท่อระบายน้ำเสีย ก็จะไหลมารวมกันในแม่น้ำ ลำธาร คลอง ทะเลสาบ และปากแม่น้ำ ซึ่งจะสังเกตได้ว่า แม่น้ำหรือคูคลองที่มีฟอสเฟตจากผงซักฟอกปะปนมากนั้นผิวน้ำจะเป็นฟอง และฟองจะเป็นตัวกีดกั้นการแลกเปลี่ยนออกซิเจนของผิวน้ำและบรรยากาศ นอกจากนี้การมีฟอสเฟตสะสมอยู่ในน้ำมาก ๆ จะทำให้สาหร่ายเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นแร่ธาตุอาหารของสาหร่ายและอาจเป็นเหตุให้เกิดน้ำเสียตามมาได้ ที่เรียกว่า ภาวะสารอาหารในน้ำมากเกินไป (eutrophication)

แบบฝึกหัด

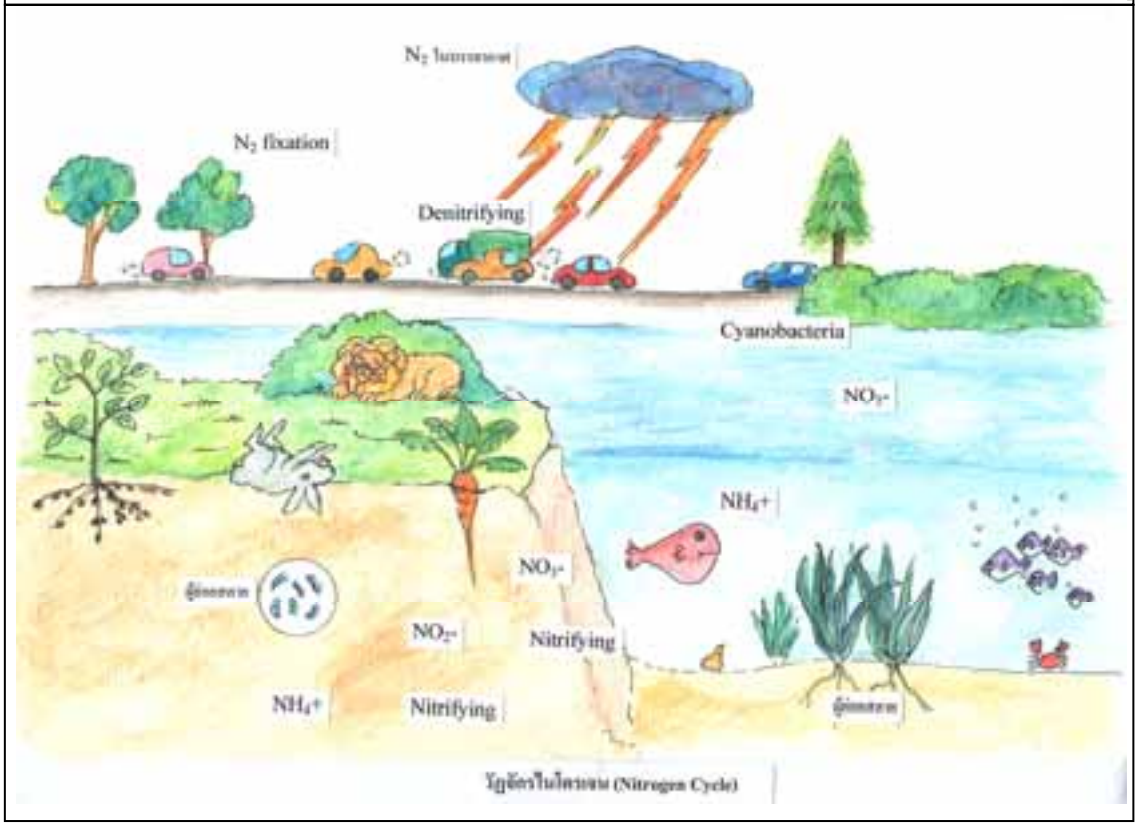
คำสั่ง ให้นักศึกษาเขียนลูกศรแสดงการหมุนเวียนของวัฏจักรของสารแต่ละชนิด



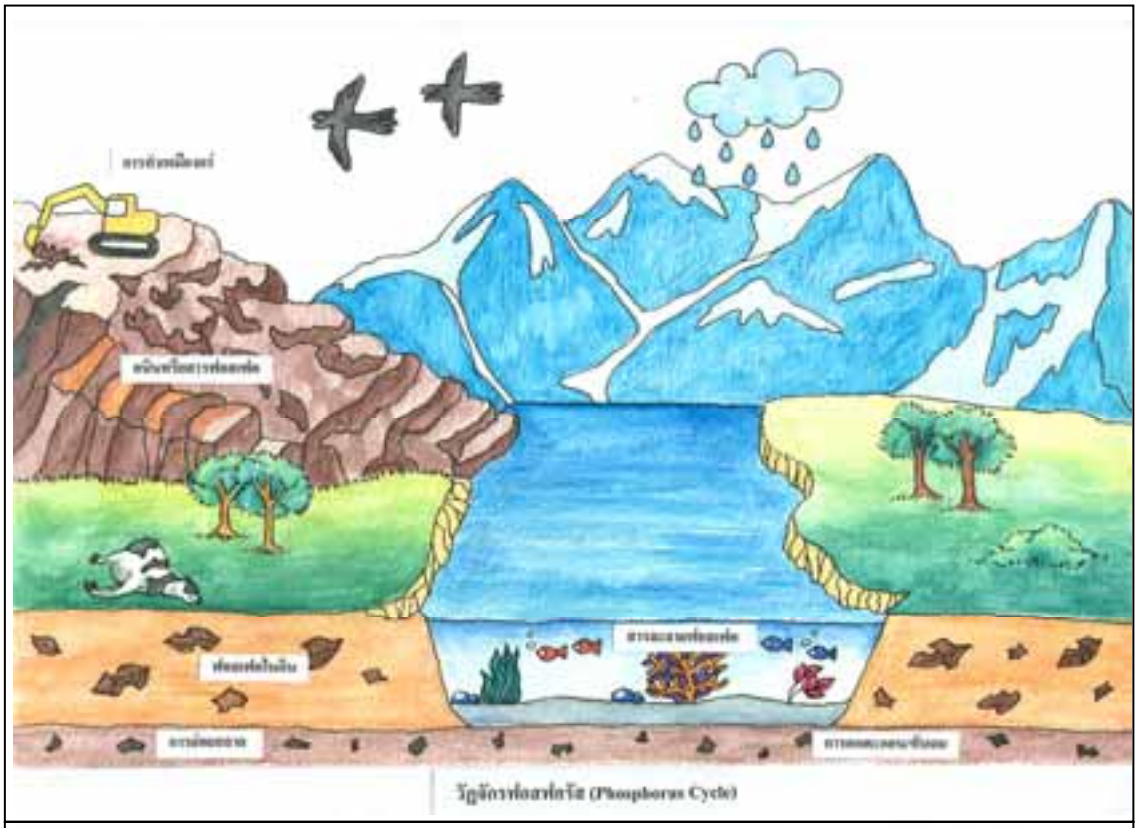




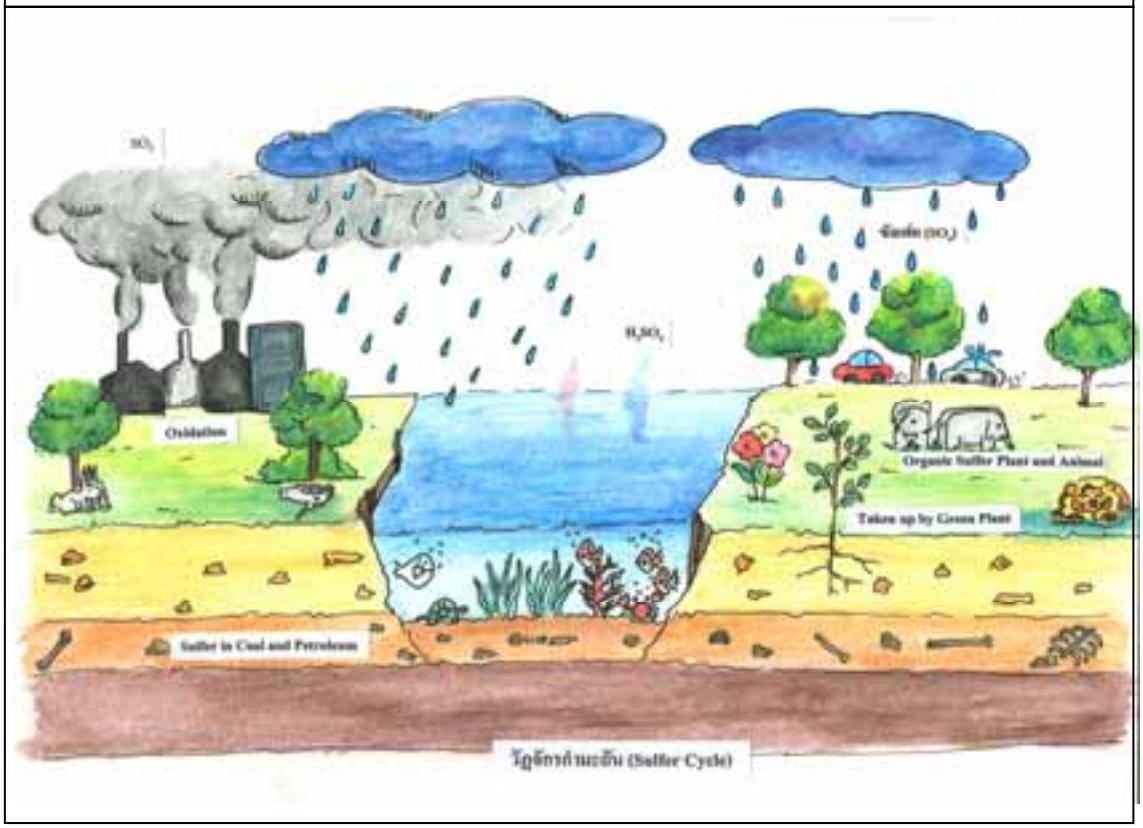
วัฏจักรของน้ำ (Water Cycle)



วัฏจักรไนโตรเจน (Nitrogen Cycle)



วัฏจักรฟอสฟอรัส (Phosphorus Cycle)



วัฏจักรกำมะถัน (Sulfur Cycle)

3.8 การปรับตัว (Adaptation)

หมายถึง กระบวนการที่สิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับลักษณะบางประการให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่ ซึ่งลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปดังกล่าวจะอำนวยประโยชน์แก่ชีวิตในแง่ของการอยู่รอดและสามารถสืบพันธุ์ต่อไปได้ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตมีหลายประการ ได้แก่ การแสวงหาอาหาร การสืบพันธุ์ การต่อสู้กับศัตรู และการหลบหลีกศัตรูหรือสิ่งแวดล้อม

3.8.1 สิ่งมีชีวิตมีการปรับตัวด้วยสาเหตุ ดังนี้

การปรับตัวทางพันธุกรรมเป็นผลที่เกิดจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจำเป็นต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้จึงจะอยู่รอด การปรับตัวนั้นเกิดได้ทั้งในแง่รูปร่าง สรีรวิทยาหรือพฤติกรรม หากการปรับตัวนั้นเหมาะสมและสามารถถ่ายทอดได้ทางพันธุกรรมแล้ว ทำให้เกิดวิวัฒนาการทั้งสิ้น การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตเป็นผลของการคัดเลือกตามธรรมชาติลักษณะที่ปรากฏจะอำนวยประโยชน์แก่สิ่งมีชีวิตในแง่ของการอยู่รอดและสามารถสืบพันธุ์ได้ ลักษณะดังกล่าวที่คงไว้ในสิ่งมีชีวิตนี้ถูกควบคุมโดยหน่วยพันธุกรรม สิ่งมีชีวิตที่ปรับตัวได้ดีจะสามารถดำรงชีวิตและแพร่พันธุ์ต่อไปได้ ดังนั้นสิ่งมีชีวิตจะมีการเปลี่ยนแปลงร่างกายให้มีความคล้ายคลึงกับธรรมชาติที่อาศัยอยู่ ทั้งนี้เพื่ออำพรางศัตรูที่จะเข้ามาทำร้ายและอำพรางเหยื่อที่หลงเข้าไปใกล้ตัว ซึ่งเหยื่อของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะแตกต่างกันเพื่อความสะดวกในการบริโภคและตามลักษณะปาก เช่น แมลงบางชนิด เป็นต้น

3.8.2 ประเภทการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะดังนี้

1) การปรับตัวแบบชั่วคราว

การปรับตัวแบบชั่วคราว เป็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะชั่วคราวและเกิดในระยะสั้น สามารถเปลี่ยนกลับมาเหมือนเดิมได้ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

ก. การปรับตัวแบบชั่วคราวของพืช

การปรับตัวชั่วคราวของพืช ได้แก่ การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม เช่น แสง ความชื้น สารอาหารในดิน ตัวอย่างการทดลอง ผักบุ้งที่อยู่ในกล่องกระดาษเจาะรูให้แสงส่องได้ ลำต้นหรือกิ่งก้านของพืชจะเลื้อยเบนออกไปจนลำต้นสูงชะลูดและโค้งงอ เพื่อให้ได้รับแสงและอากาศเต็มที่ ส่วนผักบุ้งที่ปลูกไว้กลางแจ้งจะเจริญออกทางด้านข้างด้วย จึงเป็นพุ่มสวยไม่สูงชะลูด

เปรียบเทียบผักบุ้งที่อยู่นอกกล่องและในกล่องกระดาษ

ที่มา : web1.dara.ac.th

ภาพที่ 2.44 การปรับตัวชั่วคราวของพืช

ข. การปรับตัวแบบชั่วคราวของสัตว์

การปรับตัวแบบชั่วคราวของสัตว์ เป็นการปรับตัวตามสภาพแวดล้อม โดยมีการเปลี่ยนแปลงได้หลายลักษณะ เช่น

กิ้งก่าเปลี่ยนสี

ที่มา : www.bloggang.com

นกอพยพหนีอากาศหนาว

ที่มา : school.obec.go.th

ภาพที่ 2.45 การปรับตัวชั่วคราวของสัตว์

- การจำศีลกบหรือเก็บตัวอยู่นิ่งในที่อยู่ ตลอดฤดูหนาวที่ขาดแคลนอาหาร
- การเปลี่ยนสีตามสิ่งแวดล้อม เช่น กิ้งก่า จิ้งจก เขียด ตั๊กแตน แมลงต่าง ๆ
- การอพยพของนก เพื่อหนีอากาศหนาวเย็น

2) การปรับตัวแบบถาวร

การปรับตัวแบบถาวรเป็นการปรับตัวที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงภายในที่มองไม่เห็น โดยมีการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมจากบรรพบุรุษไปยังลูกหลาน ทำให้สิ่งมีชีวิตปรับตัวอยู่รอดได้และดำรงเผ่าพันธุ์ได้ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

ก. การปรับตัวแบบถาวรของพืช เป็นการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม เช่น

- กระบองเพชร มีการปรับตัวโดยเปลี่ยนใบเป็นหนามเพื่อลดการคายน้ำ และมีลักษณะลำต้นอวบน้ำ เพื่อทำหน้าที่เก็บสะสมน้ำ
- ผักตบชวา มีลำต้นพองเป็นทุ่น ช่วยให้ลำต้นลอยน้ำได้
- ผักกระเฉด มีนวมสีขาวหุ้มลำต้น ช่วยให้ลำต้นลอยน้ำได้
- สาหร่ายหางกระรอก มีใบเรียวเล็กและลำต้นเรียวยาว ช่วยลดแรงต้านทานของกระแสน้ำ

กระบองเพชรและผักตบชวา

ที่มา : web1.dara.ac.th

สาหร่ายหางกระรอก

ที่มา : www.fisheries.go.th

ผักกระเฉด

ที่มา : www.greenworld.or.th

ภาพที่ 2.46 การปรับตัวแบบถาวรของพืช

ข. การปรับตัวถาวรของสัตว์

สัตว์บางชนิดมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่ออำพรางศัตรู เพื่อหาอาหาร และเพื่อการสืบพันธุ์ โดยมีการปรับตัวในด้านต่าง ๆ คือ

- การปรับตัวด้านรูปร่างลักษณะ (Morphological adaptation)

เป็นการปรับหรือเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่าง โครงสร้าง หรือสีสันของร่างกายของสิ่งมีชีวิตให้คล้ายคลึงหรือเหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมที่อาศัยอยู่ ได้แก่ ลำตัว ขา ปาก เช่น

ตั๊กแตนใบโศก ที่มา : techno.obec.go.th

ตั๊กแตนตำข้าว ที่มา : www.thaithink.com

ตั๊กแตนกิ่งไม้ ที่มา : www.siamensis.org

ภาพที่ 2.47 การปรับตัวด้านรูปร่างลักษณะ

การปรับตัวรูปร่างลักษณะลำตัว เช่น การปรับตัวของตั๊กแตนทั้ง 3 ชนิด ซึ่งมีดังนี้

- ตั๊กแตนกิ่งไม้ มีลำตัวสีน้ำตาลและขายาวเก้งก้าง เมื่อเกาะอยู่กับที่นิ่ง ๆ จะมีลักษณะคล้ายกิ่งไม้
- ตั๊กแตนใบโศก มีลำตัวสีเขียวหรือสีน้ำตาล เมื่อเกาะอยู่กับที่นิ่ง ๆ ปีกจะประกบกัน ทำให้มองดูคล้ายใบไม้
- ตั๊กแตนตำข้าว มีลำตัวสีเขียว ขาคู่หน้ามีขนาดใหญ่ และปลายขาจะมีอวัยวะสำหรับจับเหยื่อเมื่อเกาะอยู่กับที่นิ่ง ๆ ปีกจะซ้อนกันคลุมลำตัว มองดูคล้ายใบไม้

การปรับตัวรูปร่างของลักษณะขา เช่น

ลักษณะขาแมลงกระชอนและขากระต่าย

ที่มา : www.northeducation.ac.th

ภาพที่ 2.48 การปรับตัวของขา

- แมลงกระชอน มีขาหน้าใหญ่ แข็งแรงไว้สำหรับขุดดิน
- กระต่าย มีขาหลังยาว เพื่อกระโดดได้ไกล

ที่มา : ปรีชาสุวรรณพินิจและนงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. 2537 : 38

ภาพที่ 2.49 การปรับตัวของขานก

-นกกางเขน มีขาสำหรับเกาะกิ่งไม้ นกหัวขวานมีขาสำหรับไต่บนต้นไม้ นกหยี่ยวมีขาสำหรับจับเหยื่อ นกเป็ดน้ำมีขาสำหรับว่ายน้ำ นกกระจอกเทศมีขาสำหรับวิ่ง นกท้องขาวหลังดำมีขาสำหรับย่ำโคลน

การปรับตัวรูปร่างลักษณะปาก เช่น แมลงต่าง ๆ

ปากของแมลงมีหลายแบบ ขึ้นอยู่กับวิวัฒนาการของแมลง และยังเป็นตัวบ่งบอกชนิดของแมลงได้อีกด้วย โดยทั่ว ๆไปจะแบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือปากแบบกัดกินและปากแบบดูด แมลงที่มีวิวัฒนาการต่ำจะมีปากแบบกัดกิน แมลงที่มีวิวัฒนาการสูงจะมีปากแบบดูดกิน ปากของแมลงแบ่งตามลักษณะการกินอาหาร ได้แก่

ปากแบบกัดกิน (chewing type)
ได้แก่ ปากของตั๊กแตน แมลงสาบ

ปากแบบเจาะดูด (piercing-sucking type)
ได้แก่ ปากของยุง มวน เพลี้ยอ่อน หมัด

ปากแบบเขี่ยดูด (rasping-sucking type)
ได้แก่ ปากของเพลี้ยไฟ

ปากแบบกัด-เลีย (chewing-lapping type)
ได้แก่ ปากของผึ้ง แมลงภู่

ปากแบบกัด-ซับดูด (cutting - sponging type)
ได้แก่ ปากของเหลือบ

ปากแบบซับดูด (sponging type)
ได้แก่ ปากของแมลงวัน

ปากแบบดูดกิน(siphoningtype)
ได้แก่ ปากของผีเสื้อ

ที่มา : pmc04.doae.go.th

ภาพที่ 2.50 การปรับตัวของปากแมลง

การปรับตัวรูปร่างลักษณะปากนก แบ่งตามลักษณะการกินอาหาร ได้แก่

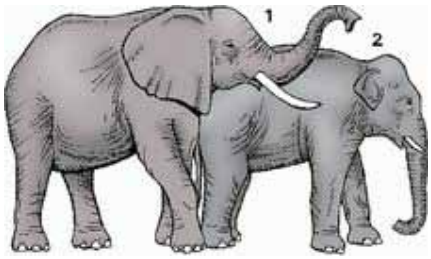
- นกกินเนื้อสัตว์ จะมีปากแหลมคม สำหรับใช้ในการจิกและกัดฉีกเนื้อสัตว์
- นกกินผลไม้ จะมีปากแข็งแรงและหนา สำหรับใช้ในการเจาะผลไม้
- นกหากินหนองน้ำ จะมีปากแหลมและยาว สำหรับใช้ในการจับสัตว์น้ำ
- นกกินแมลง จะมีปากเล็กและแข็งแรง สำหรับใช้ในการจับแมลง

ที่มา : ปรีชาสุวรรณพินิจและนงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. 2537 : 40

ภาพที่ 2.51 การปรับตัวของปากนก

- การปรับตัวทางสรีระวิทยา (Physiological adaptation)

เป็นการปรับหน้าที่หรือกลไกการทำงานของอวัยวะภายในร่างกายให้เหมาะสม เช่น



ช้างไทยและช้างแอฟริกา

ที่มา : www.bloggang.com

ต่อมนาสิกของนกทะเล

ที่มา : www.geocities.com

ต่อมเหงื่อ

ที่มา : www.thaigoodview.com

ภาพที่ 2.52 การปรับตัวทางสรีระวิทยา

- การควบคุมอุณหภูมิภายในร่างกายของคน เมื่ออุณหภูมิภายนอกสูงมาก ต่อมเหงื่อจะขับเหงื่อระบายความร้อน เป็นการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่

- คนที่อาศัยในอยู่ระดับสูง เช่น บนเขาซึ่งมีความหนาแน่นของออกซิเจนในบรรยากาศ ต่ำกว่าที่ระดับน้ำทะเล ร่างกายจะต้องปรับตัวทางสรีระวิทยาโดยการสร้างเม็ดเลือดแดงเพิ่มขึ้น

- สัตว์จำพวกปลาที่อาศัยอยู่ในน้ำเค็มหรือนกทะเล มีการควบคุมความเข้มข้นของสารในร่างกายให้อยู่ในระดับปกติ โดยการกำจัดเกลือและแร่ธาตุส่วนเกินออกจากร่างกายทางต่อมนาสิก (Nasal grand)

- ขนของสุนัข ในเขตร้อนขนสั้นและเกรียน ในเขตหนาวขนยาว

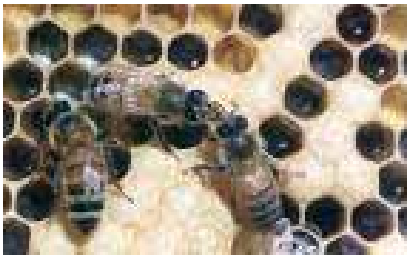
- สัตว์ในเขตร้อนมีพื้นที่ผิวร่างกายมากกว่า เพื่อระบายความร้อน เช่น ช้างแอฟริกามีหูใหญ่กว่าช้างเอเชีย

- การปรับตัวทางพฤติกรรม (Behavioral adaptation)

เป็นการปรับอุปนิสัยหรือกิจกรรมในการดำเนินชีวิตให้เหมาะสมกับฤดูกาล ชนิดของอาหาร การผสมพันธุ์ หรือเพื่อให้ปลอดภัย เช่น

ปลากัด

ที่มา : www.vet.ku.ac.th



รังผึ้ง

ที่มา : www.school.net.th

ภาพที่ 2.53 การปรับตัวทางพฤติกรรม

- สัตว์ในทะเลทราย ออกหากินในเวลากลางคืนเพื่อหลบหลีกความร้อนระอุในเวลากลางวัน

- ผึ้ง ถ้าอุณหภูมิในรังสูงเกินไป ผึ้งงานจะนำน้ำมาไว้ในรังและช่วยกันกระพือปีก เพื่อให้น้ำระเหยจากรัง ทำให้อุณหภูมิของรังลดลง

- ปลากัด ตัวผู้ว่ายกรีดกรายรอบ ๆ ตัวเมียพร้อมกับพองครีบที่สวยงามเพื่อผสมพันธุ์

- กบ อึ่งอ่าง คางคก ส่งเสียงร้องเวลาฝนตกเพื่อเรียกตัวเมีย

แบบฝึกหัด

1. **จากหลักฐานทางธรณีวิทยาและโบราณวิทยา ทำให้นักวิทยาศาสตร์ตั้งข้อสันนิษฐานว่า ไดโนเสาร์สูญพันธุ์ไปเนื่องจากการที่ไม่สามารถปรับตัวในการดำรงชีวิตให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมและภัยธรรมชาติ จึงมีผล ให้ไดโนเสาร์ปรับตัวไม่ทันจึงสูญพันธุ์ไป**

ลักษณะของไดโนเสาร์อะไรบ้างที่นักศึกษาคิดว่าไม่เหมาะสมในการดำรงชีวิต

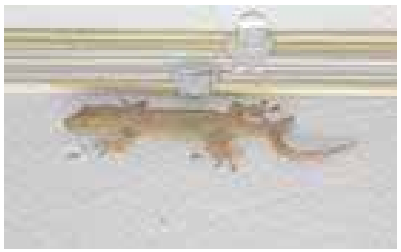
……..

……...……

……

……

2. จงอธิบายการปรับตัวของจิ้งจก ที่อาศัยอยู่ในบ้านไม้และบ้านปูน



……..

……..

……..

3. การปรับตัวของผีเสื้อกลางคืน จะเกาะตามเปลือกไม้สีขาวจึงมีสีจางตามเปลือกไม้ แต่เมื่อมีการปล่อยควันและเขม่าต่างๆจากโรงงานอุตสาหกรรมในบริเวณนั้น ทำให้เปลือกไม้มีสีดำ นักศึกษาคิดว่าผีเสื้อมีการปรับตัวอย่างไร และเป็นการปรับตัวแบบใด

……..

……..

4. ปลาโลมามีการปรับตัวรูปร่างลักษณะอย่างไรที่เหมาะกับการดำรงชีวิต และเป็นการปรับตัวแบบชั่วคราวหรือถาวร เพราะเหตุใด

……

……

5. ปลาแซลมอนมีพฤติกรรมการอพยพย้ายถิ่น เป็นการปรับตัวแบบชั่วคราวหรือถาวร เพราะเหตุใด

……

……

6. กิ้งกือเป็นสัตว์ที่หยุดนิ่งทำคล้ายตายเมื่อมีศัตรู เป็นการปรับตัวแบบชั่วคราวหรือถาวร เพราะเหตุใด

……..……..

……..……..

7. ต้นตำลึงมีการเปลี่ยนใบหรือกิ่งเป็นมือเกาะยึด เพื่อพยุงลำต้นให้ขึ้นสูงและรับแสง เป็นการปรับตัวแบบชั่วคราวหรือถาวร เพราะเหตุใด

……..……..

……..……..

8. ชะมดเช็ดปล่อยกลิ่นเพื่อเรียกเพศตรงข้าม เป็นการปรับตัวแบบชั่วคราวหรือถาวร เพราะเหตุใด

……..

……..

9. นกยูงตัวผู้รำแพนหางสวยงาม เพื่อเกี้ยวพาราสีตัวเมีย เป็นการปรับตัวแบบชั่วคราวหรือถาวร เพราะเหตุใด

……..

……..

10. ปูก้ามดาบ มีก้ามใหญ่หนึ่งข้าง สำหรับหาและกวาดอาหารเข้าปาก เป็นการปรับตัวแบบชั่วคราวหรือถาวร เพราะเหตุใด

……..

……..

3.9 การเปลี่ยนแปลงแทนที่ (Ecological succession)

หมายถึง **"การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ ทั้งสภาพแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพ "** สังคมของสิ่งมีชีวิตทุกแห่งจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เช่น ทุ่งนาร้าง หรือไร่ร้าง จะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นทุ่งหญ้าและเป็นพืชไม้พุ่มในเวลาต่อมา จนในที่สุดอาจถึงขั้นเป็นป่าได้ ถ้าปล่อยให้มีการพัฒนาและทดแทนในสังคมตามธรรมชาติโดยที่คนไม่เข้าไปเกี่ยวข้อง กล่าวได้ว่า **การทดแทนเกิดขึ้นจากหน่วยย่อยเล็ก ๆ ประกอบขึ้นเป็นการทดแทนขนาดใหญ่ (A mosaic of mini successions)**

การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของชนิดของสิ่งมีชีวิตอย่างเป็นขั้นตอน และค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงเป็นระยะ ๆ จนในที่สุดได้เป็นสังคมที่ต่างจากเดิม **คือ "ecological succession"** ซึ่งในขั้นตอนการเปลี่ยนแปลง จะเรียกว่า **ขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ (serial stage)** และทุก ๆ ขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่รวมเรียกว่า **เซียร์ (sere)** และขั้นตอนของสิ่งมีชีวิตที่เด่นแต่ละขั้น เรียกว่า **ระยะซีรัล (Seral stage)** การเปลี่ยนแปลงทางนิเวศเป็นไปตามปกติอย่างต่อเนื่อง เริ่มตั้งแต่ **ระยะขั้นชุมชนบุกเบิก (Pioneer)** จนถึง **ระยะชุมชนสุดท้ายหรือสุดยอด (Climax)** เป็นระยะสุดท้าย ซึ่งระยะสุดท้ายนี้จะสมดุลยาวนานที่สุด เช่น ป่าไม้ แต่อาจถูกทำลายและเปลี่ยนแปลงได้อีกตามสภาพแวดล้อม

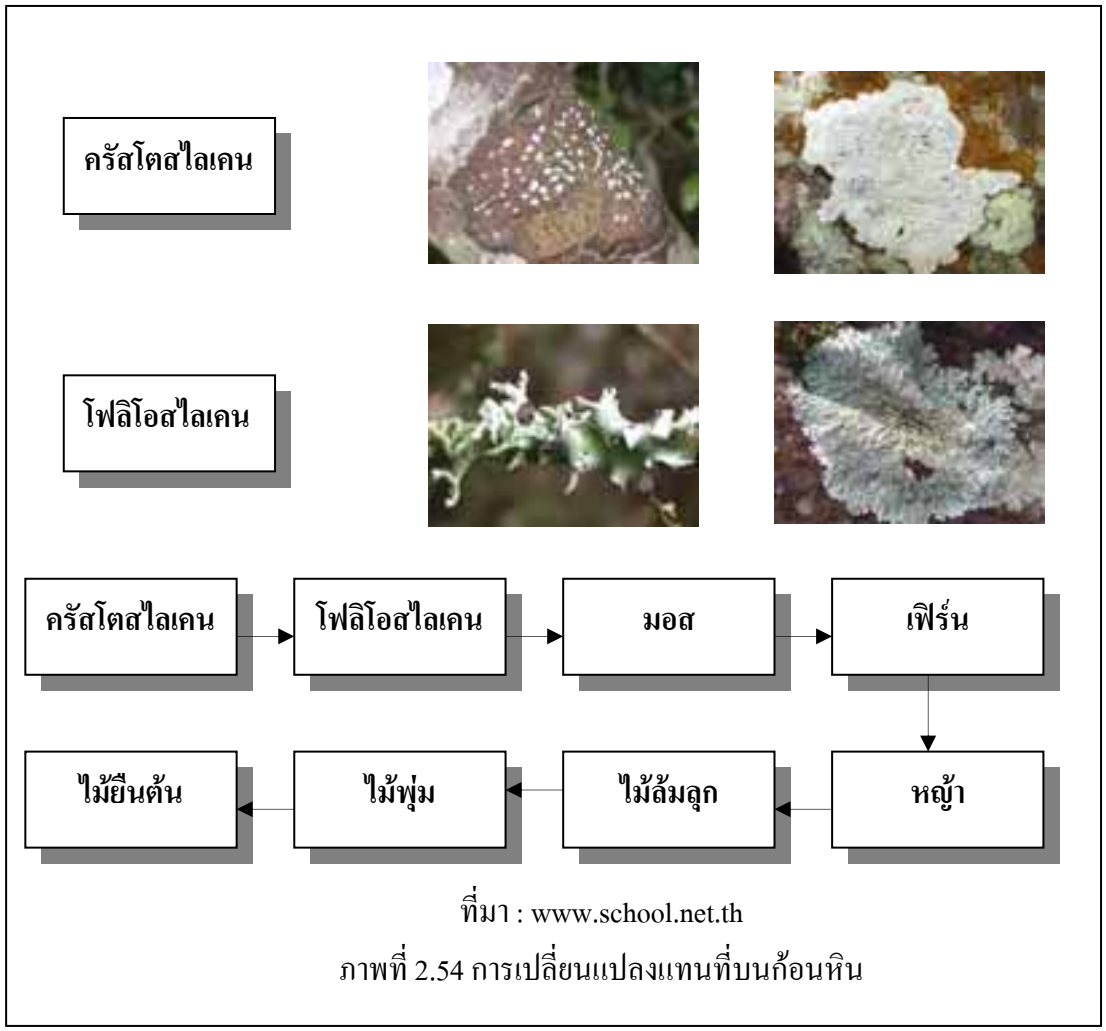
สิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่นี้ก็คือ สิ่งมีชีวิตในสังคมนั้นเอง โดยสิ่งมีชีวิตในสังคมจะค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมที่เป็นอยู่อาศัยโดยการมีกิจกรรมต่างๆ ในการดำรงชีวิต เช่น ขบวนการเมตาบอลิซึม การเจริญเติบโต การผลิตลูกหลาน และการตาย สิ่งเหล่านี้จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและทำให้สภาวะแวดล้อมเปลี่ยนไปจากเดิม จนในที่สุดชนิดที่เคยอยู่อาศัยได้อย่างเหมาะสมจะทนอยู่ไม่ได้ และตายไป ชนิดอื่นที่มีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมใหม่จึงเจริญเข้ามา

3.9.1 การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในสังคมแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) การเปลี่ยนแปลงแทนที่ขั้นปฐมภูมิ (primary succession) เป็นการเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่เกิดขึ้นในเนื้อที่ซึ่งไม่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยมาก่อน โดยเฉพาะพวกพืช เช่น เ กาะที่เกิดใหม่ บริเวณที่มีการพังทะลายหรือสึกกร่อนของพื้นดินใหม่ ๆ หรือในที่อยู่อาศัยที่ยังไม่มีการครอบครองของสิ่งมีชีวิตมาก่อน สิ่งมีชีวิตใดก็ตามที่ไปอยู่เป็นชนิดแรก เรียกว่า **ระยะขั้นชุมชนบุกเบิก (Pioneer Stage)** แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก. ซีโรเซียร์ (Xerosere หรือ Xerach succession) เป็นการเปลี่ยนแปลงแทนที่บนบกที่แห้งแล้ง ว่างเปล่า แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

- **ลิโธเซียร์ (Lithosere)** เริ่มจากก้อนหิน จะมี **พวกครัสโตสไลเคน (Crustose Lichen)** เจริญอยู่บนก้อนหิน ต่อมาก้อนหินแตก เริ่มมี **โฟลิโอสไลเคน (Foliose Lichen)** ปรากฏเป็นลำดับต่อมา เมื่อมีการแตกสลายของหินมากขึ้นก็จะมีดินทรายที่สลายตัวแทรกอยู่ เริ่มมีสารอาหารจากสิ่งมีชีวิตมากขึ้น ทำให้พืชพวกแรกคือมอส ซึ่งมีขนาดเล็กเข้ามาเจริญเติบโต เมื่อมีดินและทรายคลุกเคล้ากับซากอินทรีย์สะสมมากขึ้น พืชจำพวกเฟิร์น หญ้าและไม้ล้มลุก ไม้พุ่ม ไม้ใหญ่ และแปรสภาพเป็นป่าไม้ในขั้นสุดท้าย



ที่มา : www.school.net.th

ภาพที่ 2.54 การเปลี่ยนแปลงแทนที่บนก้อนหิน

ตัวอย่าง การเปลี่ยนแปลงแทนที่บนเกาะเซิร์ตซี (Surtsey succession) เป็นการเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่เกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟกลางทะเลของไอซ์แลนด์ ในปี ค.ศ. 1963 ทำให้เกิดเกาะเซิร์ตซี นักนิเวศวิทยาได้ศึกษาการแทนที่บนเกาะมาตลอดระยะเวลา 30 ปี และในขณะนี้ก็ยังมีการ

เปลี่ยนแปลงแทนที่อยู่ จากการสำรวจของนักนิเวศวิทยาพบว่าหลังจากภูเขาไฟระเบิด 6 เดือน พบกลุ่มสาหร่าย ราเมือก แมลงและนก ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านี้อาจมาจากทะเล และต่อมาพบพืชยืนต้น

ที่มา : www.islandia.is

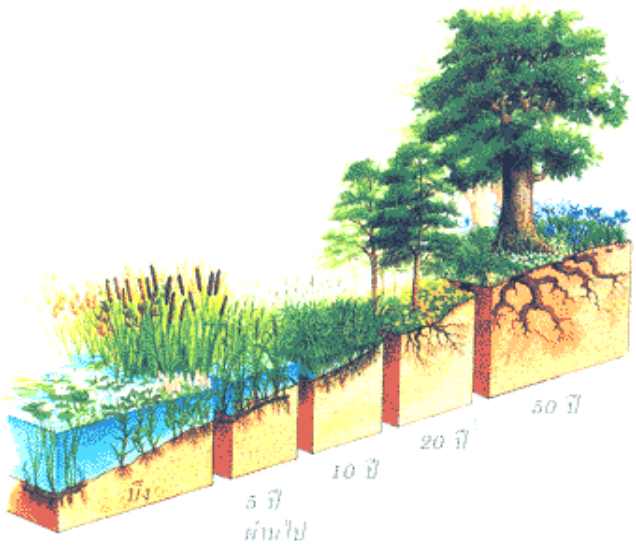
ภาพที่ 2.55 การระเบิดของภูเขาไฟบนเกาะเซิร์ตซี

ที่มา : www.surtsey.is

ภาพที่ 2.56 สิ่งมีชีวิตที่พบหลังการระเบิดของภูเขาไฟบนเกาะเซิร์ตซี

- ซามโมเซียร์ (Psamosere) เริ่มจากพื้นทรายว่างเปล่า สิ่งมีชีวิตพวกพืชประเภทที่มีเถาเลื้อยตามพื้น และหยั่งรากลงในบริเวณที่ชื้นกว่า เช่นผักบุ้งทะเล ซึ่งจะปกคลุมดิน ทำให้ทรายถูกพัดพาไปได้ยาก ต่อมาจะมีพืชลำต้นใต้ดินที่แตกกิ่งสาขาได้ ระยะพืชปกคลุมทรายมากขึ้น ทำให้ทรายเปลี่ยนสภาพอุ้มน้ำได้มากขึ้น ทำให้ไม้พุ่มไม้ใหญ่เจริญขึ้นมาได้

ข. ไฮโดรเซียร์ (Hydrosere) เป็นการเปลี่ยนแปลงแทนที่จากแหล่งน้ำจนกระทั่งกลายเป็นสภาพแวดล้อมบนบก การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในบ่อน้ำเริ่มตั้งแต่ บ่อน้ำว่างเปล่าจะเกิดการแทนที่ ตามลำดับดังนี้



ที่มา : www.kmitl.ac.th

ภาพที่ 2.57 การเปลี่ยนแปลงแทนที่ไฮโดรเซียร์

1. ระยะบุกเบิก ระยะแรกจะมีแบคทีเรีย โปรโตซัว และสาหร่ายขนาดเล็ก ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านี้อาศัยอยู่ในดินและอากาศทั่วไป ต่อมาพบแพลงก์ตอนพืชลอยน้ำจำนวนมาก สัตว์พบพวกครัสตาเชีย (crustacean) เช่น กุ้ง ปู และตัวอ่อนของแมลงที่มาวางไข่ในน้ำ นอกจากนี้จะพบ ปลาและหอย ที่กินแพลงก์ตอนลอยน้ำและเกาะติดหินหรือวัสดุในน้ำเป็นอาหาร เมื่อพืชสัตว์เหล่านี้ตายจะเน่าเปื่อยทับถมก้นบ่อ ทำให้บ่อน้ำมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น

2. ระยะพืชใต้น้ำ พบพืชใต้น้ำพวกสาหร่ายไฟเจริญจำนวนมาก ซากพืชที่ตายจะทับถมเพิ่มความสมบูรณ์ให้บ่อน้ำมากขึ้น สัตว์เข้ามาอยู่อาศัยมีมากชนิด และเพิ่มจำนวนประชากรมากขึ้น

3. ระยะพืชเหนือน้ำ ระยะนี้พบพบพืชตระกูลหญ้าขึ้นตามขอบบ่อและในบ่อ โดยเจริญโผล่ขึ้นเหนือน้ำ ในบ่อน้ำพบบัวเจริญอยู่ทั่วไป สัตว์น้ำมีหลากหลายชนิดมากขึ้น โดยเฉพาะสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ เช่น กบ คางคก

4. ระยะบ่อน้ำชั่วคราว ระยะนี้บ่อน้ำจะมีซากพืชซากสัตว์ทับถมกันมากทำให้ บ่อน้ำอุดมสมบูรณ์ตามลำดับ พื้นสระเปลี่ยนแปลงเป็นโคลน บ่อน้ำจะตื้นเขินมากขึ้น จนกลายเป็นบ่อน้ำ

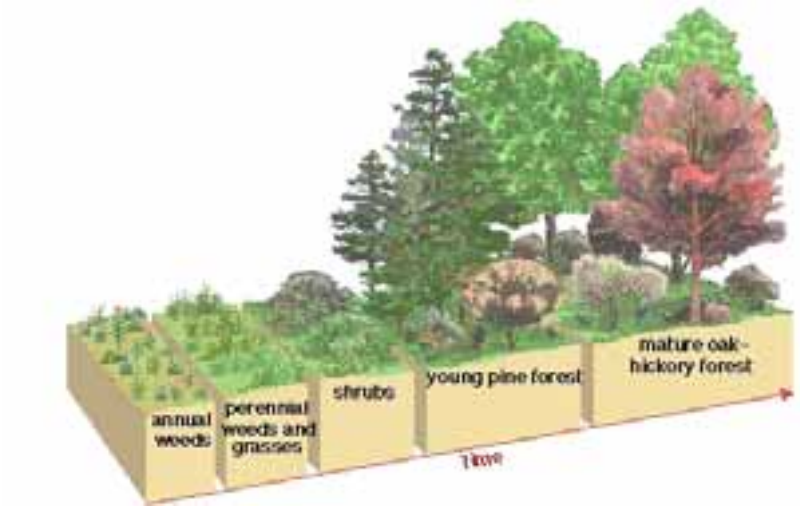
ชั่วคราว ในช่วงฤดูร้อนจะตื้นเขินมากกว่าระยะอื่น สัตว์จะปรับตัวโดยการขุดรูอยู่หรือขับสารเหนียวเป็นเกราะป้องกัน

5. ระยะทุ่งหญ้า ระยะนี้บ่อน้ำตื้นเขินมาก หรือเป็นเพียงแอ่งน้ำเล็ก ๆ ทั่วไป มีหญ้าเป็นพืชเด่นไม่พบสัตว์น้ำ แต่จะมีสัตว์บกและสัตว์เลื้อยคลานขุดรูหรืออาศัยตามพื้นดินและเกาะที่หญ้ามีไม้พุ่มเล็กน้อย

6. ระยะไม้พุ่ม เป็นระยะที่พบไม้พุ่มมาก เจริญกระจายในพื้นที่ทั่วไป มีสัตว์บกจำนวนมาก รวมทั้งนกและสัตว์เลื้อยคลาน อาศัยตามไม้พุ่ม หญ้า บนดินและในดิน เมื่อพืชและสัตว์ตายจะเพิ่มความสมบูรณ์ให้กับดินมากขึ้น

7. ระยะไม้ยืนต้น ในระยะนี้พบไม้ยืนต้นมากที่สุดปะปนกับพืชอื่น ๆ ส่วนสัตว์มีกระจายกันอยู่ทั่วไป ระยะนี้ส่วนใหญ่จะมีสภาพเป็นป่า เรียกชื่อต่างกันออกไป มักจะมีช่วงสมดุลยาวนาน จึงเป็นระยะสุดยอดของการแทนที่

2) การเปลี่ยนแปลงแทนที่ขั้นทุติยภูมิ (secondary succession) เป็นการเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่เกิดขึ้นในที่ซึ่งเคยมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่เดิม และสิ่งมีชีวิตนี้ถูกรบกวนหรือถูกทำลายโดยคน หรือสัตว์ หรือจากภัยธรรมชาติ เช่น ระบบนิเวศของป่า เกิดไฟป่า น้ำท่วม พายุ หรือการตัดไม้ทำลายป่า เป็นต้น



ที่มา : www.kmitl.ac.th

ภาพที่ 2.58 การเปลี่ยนแปลงแทนที่ขั้นทุติยภูมิ

3.9.2 ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ เกิดจากปัจจัยหลัก 4 ประการคือ

1) ปัจจัยทางสภาพภายนอก หรือทางกายภาพ เช่น แผ่นดินไหว ไฟไหม้ป่า การพังทลายของดิน ภูเขาไฟระเบิด การเกิดพายุต่าง ๆ น้ำท่วม เป็นต้น

2) ปัจจัยภายในชุมชน หรือในตัวสมาชิกในชุมชนเอง เช่น การแก่งแย่ง (competition) พฤติกรรมของสิ่งมีชีวิต ทั้งพืชและสัตว์ กรณีของพืช เช่น การไชชอนของรากพืช ทำให้หิน หรือดินเกิดการแตกแยกหรือพังทลาย ส่วนสัตว์ เช่น การล่าสิ่งมีชีวิตอื่น ทำให้ประชากรสัตว์ถูกล่าลดลง หรือการใช้ทำลายต้นไม้ เพื่อสร้างแหล่งที่อาศัยของบีเวอร์ เป็นต้น

3) ปัจจัยจากมนุษย์ โดยมนุษย์ทำให้สภาพแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพเปลี่ยนแปลง ทำให้กลุ่มประชากรในระบบนิเวศนั้น ๆ ลดหรือเพิ่มจำนวน เช่นการเผาป่า การตัดไม้ทำลายป่า การล่าสัตว์ การทำเหมืองแร่ เป็นต้น

4) สิ่งมีชีวิตที่ทำให้เกิดโรคต่าง ๆ เช่นโรคไข้หวัดนก โรคซาร์ เป็นต้น ถ้าโรคเหล่านี้แพร่ระบาดจะทำให้สัตว์ตายเป็นจำนวนมาก จำนวนประชากรจะเปลี่ยนแปลง

4. ประโยชน์ของการรักษาระบบนิเวศในธรรมชาติ

4.1 ด้านการพักผ่อนหย่อนใจและเป็นแหล่งสวยงาม สภาพของธรรมชาติที่มีอยู่ในสภาวะสมดุลย่อมก่อให้เกิดทัศนียภาพที่สวยงาม มีความร่มรื่น ทำให้เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจของมนุษย์

4.2 คุณค่าทางเศรษฐกิจ ระบบนิเวศที่สมบูรณ์และสมดุลก่อให้เกิดทรัพยากรธรรมชาติที่หลากหลาย สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในแง่ของเศรษฐกิจต่อประเทศชาติ

4.3 คุณค่าทางด้านการศึกษา การดำรงอยู่ขององค์ประกอบในระบบนิเวศในธรรมชาติทำให้เกิดการศึกษาและการเรียนรู้กลวิธีในการดูแลรักษาและควบคุมดูแลความสมดุลในธรรมชาติตลอดจนเป็นเป็นตัวอย่างสำหรับการศึกษาค้นคว้าในการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศ

4.4 เป็นข้อมูลพื้ฐานในการกำหนดการบริหารและจัดการสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี

4.5 คุณค่าทางด้านการอนุรักษ์ การเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศบางอย่างอาจมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อมนุษยชาติ การศึกษาระบบนิเวศจึงเป็นการวางรากฐานต่อการอนุรักษ์สภาพแวดล้อมให้อยู่ตลอดไป

ดังนั้น คงจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า ระบบนิเวศไม่แต่เป็นเพียงการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต หรือเพื่ออธิบายปัญหาสภาวะแวดล้อมที่เกิดขึ้นเท่านั้น ยังได้ขยายขอบเขตไปถึงแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมด้วย ตลอดจนเป็นแนวทางการตัดสินใจที่จะนำเอาทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัดมาใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด

แบบฝึกหัด

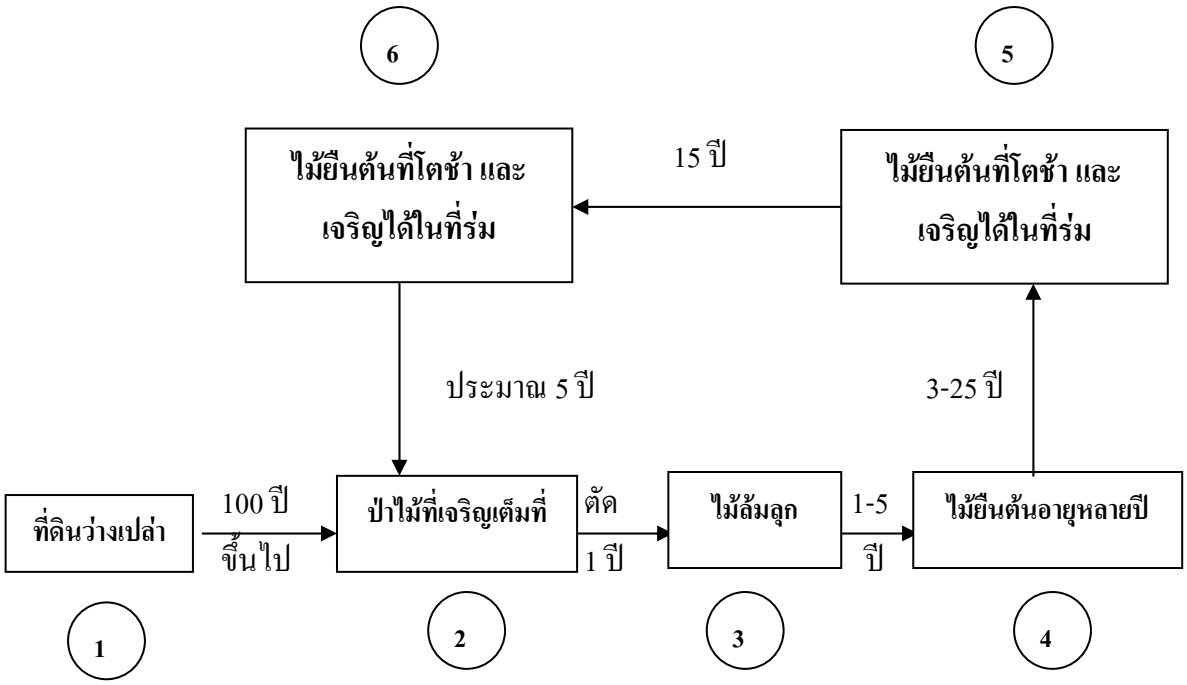
1. การทำไร่เลื่อนลอยของชาวเขาเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่หรือไม่ ถ้าเป็นเป็นแบบใด และให้อธิบายเหตุผลประกอบ

……..
……..
……..
……

2. การปลูกพืชหมุนเวียนโดยมนุษย์ เป็นการเปลี่ยนแปลงแทนที่ใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด

……
……
……
……

3. ขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่เกิดจากการตัดไม้ทำลายป่า เป็นดังรูป



นักศึกษาคิดว่า **ที่ดินว่างเปล่า (หมายเลข1)** กลายเป็นป่าไม้ที่เจริญเต็มที่ ใช้ระยะเวลา 100 ปีขึ้น **ถ้าเราตัดไม้ทำลายป่าในวันนี้ (หมายเลข 2)** ช่วงชีวิตของคนหนึ่งคนจากวันนี้จะได้เห็นป่าไม้หรือไม่ และเราจะมีวิธีดำเนินการอย่างไรได้บ้าง

……

……

……

……

……

……..

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

กิจกรรมที่ 2.4 ศึกษาระบบนิเวศ

ชื่อระบบนิเวศ……..

วันที่……เดือน……พ.ศ…….

ชื่อผู้ศึกษา……

<u>คำสั่ง</u> ให้เลือกบริเวณที่ต้องการศึกษา แล้วศึกษาข้อมูลต่อไปนี้

1. เขียนแผนผังบริเวณที่สำรวจพร้อมทั้งแสดงตำแหน่งของสิ่งที่พบ โดยกำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ เอง

2. **อธิบายลักษณะทางกายภาพทั่วไป**……

……

3. **จำนวนสิ่งมีชีวิตที่สังเกตได้**

1)……จำนวน……

2)……จำนวน……

3)……จำนวน……

4)……จำนวน……

5)……จำนวน……

4. **ปัจจัยจำกัดทางกายภาพ**

1) อุณหภูมิ ❑ร้อนจัด ❑ร้อน ❑ปานกลาง ❑เย็น

2) ความชื้น ❑มาก ❑ปานกลาง ❑น้อย ❑แห้ง

3) แสงสว่าง ❑จ้า ❑ปานกลาง ❑รำไร ❑ไม่มีแสง

4) ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นผิว ❑มาก ❑ปานกลาง ❑น้อย

ชนิดของพื้นผิว……..

5) ความขุ่น ❑มาก ❑ปานกลาง ❑น้อย ❑ไม่ปรากฏ

6) ความกดดัน ❑มาก ❑ปานกลาง ❑น้อย ❑ไม่ปรากฏ

7) ไฟ ❑มาก ❑ปานกลาง ❑น้อย ❑ไม่ปรากฏ

5. **ปัจจัยจำกัดทางเคมี**

1) ธาตุอาหาร ❑มาก ❑ปานกลาง ❑น้อย

2) ออกซิเจน ❑มาก ❑ปานกลาง ❑น้อย

3) คาร์บอนไดออกไซด์ ❑มาก ❑ปานกลาง ❑น้อย

6. **การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต**

1) การได้ประโยชน์ร่วมกัน ❑มาก ❑ปานกลาง ❑น้อย ❑ไม่ปรากฏ

2) ภาวะที่ต้องพึ่งพา ❑มาก ❑ปานกลาง ❑น้อย ❑ไม่ปรากฏ

3) ภาวะอิงอาศัย ❑มาก ❑ปานกลาง ❑น้อย ❑ไม่ปรากฏ

4) ภาวะปรสิต ❑มาก ❑ปานกลาง ❑น้อย ❑ไม่ปรากฏ

5) การล่าเหยื่อ ❑มาก ❑ปานกลาง ❑น้อย ❑ไม่ปรากฏ

6) การแก่งแย่งแข่งขัน

- อาหาร ❑มาก ❑ปานกลาง ❑น้อย ❑ไม่ปรากฏ

-น้ำ ❑มาก ❑ปานกลาง ❑น้อย ❑ไม่ปรากฏ

-อากาศ ❑มาก ❑ปานกลาง ❑น้อย ❑ไม่ปรากฏ

-แสงแดด ❑มาก ❑ปานกลาง ❑น้อย ❑ไม่ปรากฏ

7) การต่อต้านหรือการสร้างสารทำลายกัน

❑มาก ❑ปานกลาง ❑น้อย ❑ไม่ปรากฏ

8) ภาวะเป็นกลาง ❑มาก ❑ปานกลาง ❑น้อย ❑ไม่ปรากฏ

7. **เขียนห่วงโซ่อาหารในบริเวณที่ศึกษาเท่าที่สังเกตได้**

1).....

2).....

3).....

4).....

5).....

8. **เขียนสายใยอาหารที่เกิดขึ้นในบริเวณที่ศึกษา**