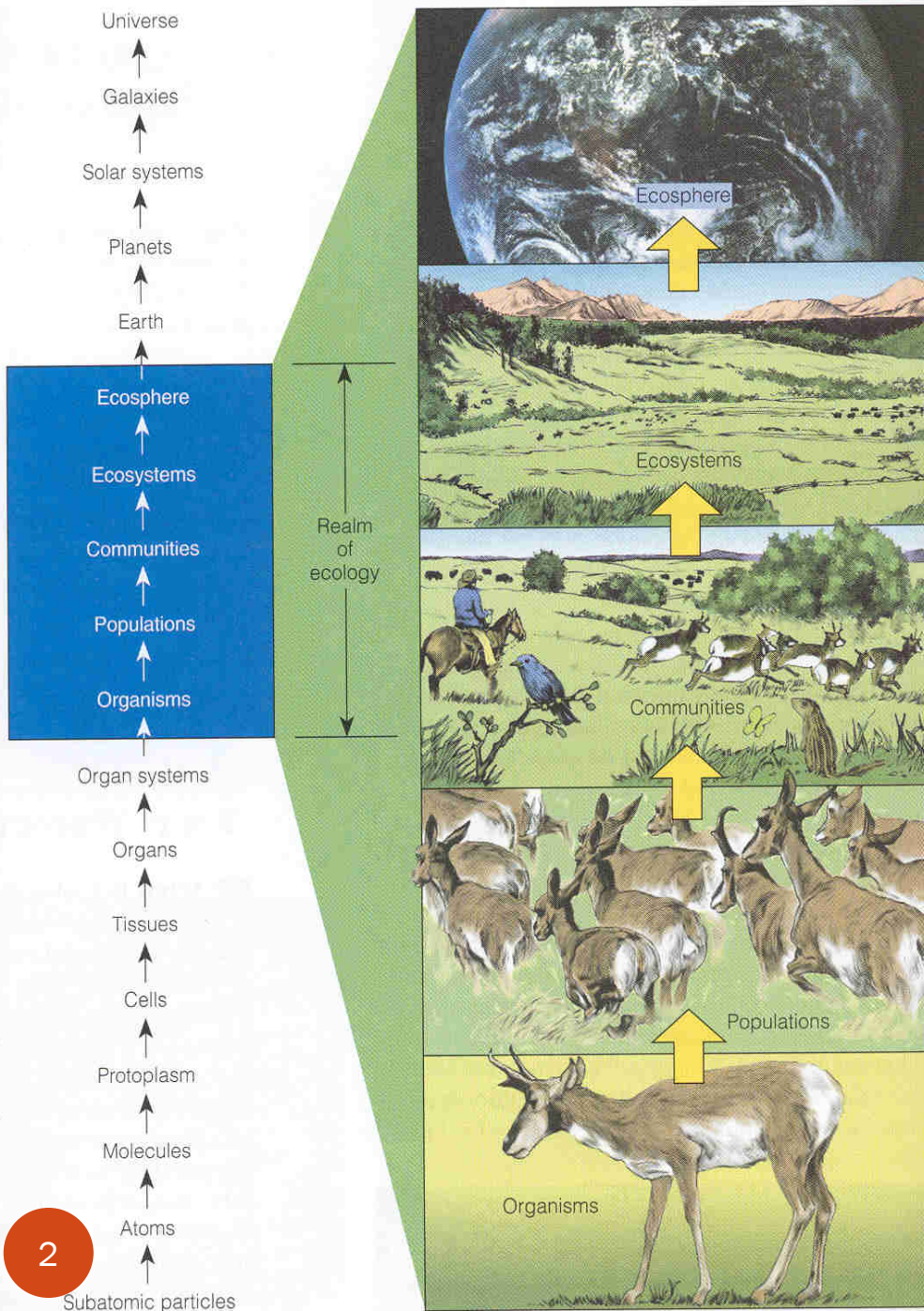


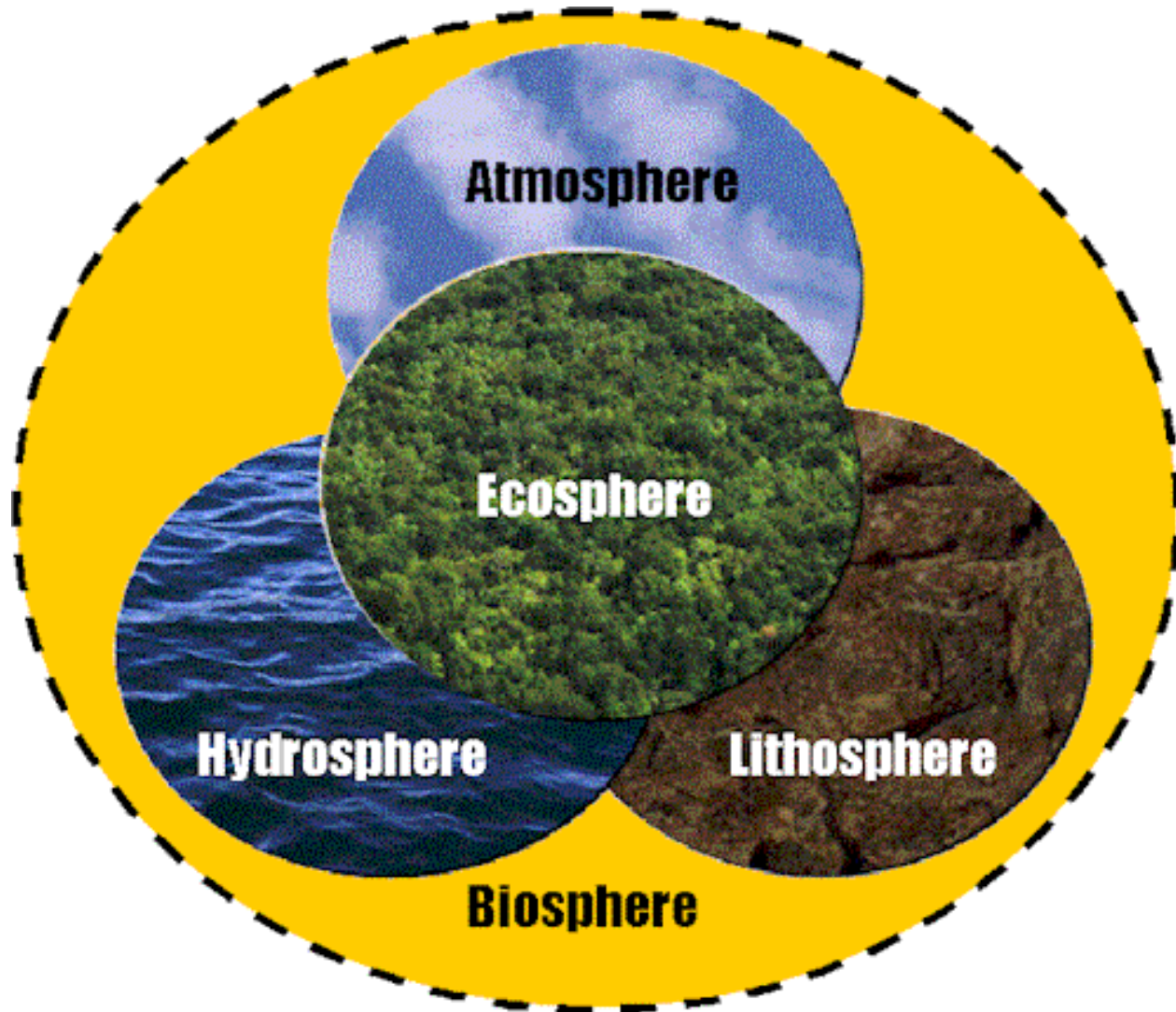
บทที่ 2

หลักการทางนิเวศวิทยา



- o **Biosphere**: all of the environments on Earth that support life – land, water sky
- o **Ecosystem**: all of the organisms in an area as well as the non-living physical components with which they interact – mice, owls, grain in an old barn
- o **Community**: entire array of organisms inhabiting a particular ecosystem – mice, owls, grain plants
- o **Population**: all the individuals of ONE species living in a specified area – mice
- o **Organism**: an individual living thing – one mouse

Biosphere (ชีวลัย)

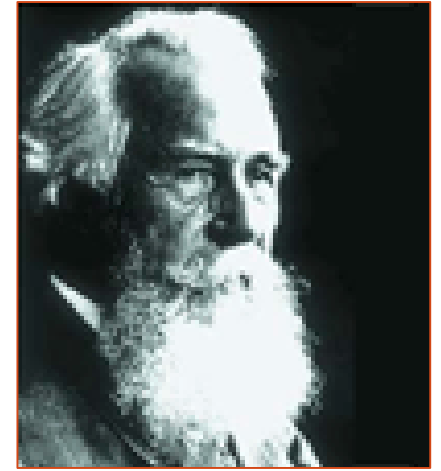


ความเป็นมาของนิเวศวิทยา



- ในปีค.ศ.1858 เฮนรี ดี ธอโร (Henry D. Thoreau) นักธรรมชาติวิทยา ได้บัญญัติคำว่า Oekologie ขึ้นมาใช้ครั้งแรก
- มีรากศัพท์มาจากคำในภาษากรีกสองคำ คือ
 - oikos หมายถึง บ้าน หรือ ที่อยู่อาศัย (house, habitat)
 - logos หมายถึง การเรียน การศึกษา (study)

Ecology



- Reiter (1865) ได้ปรับเปลี่ยนคำว่า Oekologie เป็น Ecology ให้ถูกต้องตามหลักภาษา
- เอิร์น เฮกเกิล (Ernst Haeckel), 1866 เป็นคนแรกที่ได้นิยามความหมายของนิเวศวิทยา ว่า "นิเวศวิทยาเป็นการศึกษาที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์สิ่งต่าง ๆ อย่างประหยัดของธรรมชาติ คือการศึกษาสังเกตความสัมพันธ์ทั้งมวลของสัตว์กับสิ่งแวดล้อมที่เป็นอินทรีย์วัตถุ และอนินทรีย์วัตถุ" จึงได้รับการยกย่องเป็น **บิดาแห่งวิชานิเวศวิทยา**

ความหมายของนิเวศวิทยา (Ecology)

oikos หมายถึง บ้าน หรือ ที่อยู่อาศัย (house, habitat)

logos ที่หมายถึง การเรียน การศึกษา (study)

- **ชาร์ล เอลตัน (Charles Elton), 1928** กล่าวว่า นิเวศวิทยาเป็นการศึกษาธรรมชาติ (Natural history) ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- **เฮท จี อังเดรয়ারธา (H. G. Andrewartha)** ได้ให้คำจำกัดความว่า นิเวศวิทยาเป็นการศึกษาการแพร่กระจาย (Distribution) และจำนวนมากน้อย (Abundance) ของสิ่งมีชีวิตโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

- ยูจีน พีโอดัม (Eugene P. Odum), 1963 อธิบายว่า นิเวศวิทยาเป็น การศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ (Structure and function) ของธรรมชาติ
- ชาร์ล เจ เครปส์ (Charles J. Krebs) นิยามศัพท์คำนี้ว่า นิเวศวิทยาเป็น การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ของปฏิสัมพันธ์ที่กำหนดการแพร่กระจายและ จำนวนมากน้อยของสิ่งมีชีวิต
- ราชบัณฑิตยสถาน (2546) ได้ให้ความหมายว่า นิเวศวิทยาหมายถึง วิชาที่ ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับถิ่นที่อยู่และสิ่งแวดล้อม

ความหมายของนิเวศวิทยา

“การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับ
สิ่งแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ (habitat)
ทั้งทางด้านกายภาพและชีวภาพ
ในบริเวณขอบเขตที่กำหนดขึ้น”

แขนงของนิเวศวิทยา

- แบ่งตามชนิดของสิ่งมีชีวิต
 1. นิเวศวิทยาของพืช (Plant Ecology)
 2. นิเวศวิทยาของสัตว์ (Animal Ecology)
 3. นิเวศวิทยาของจุลินทรีย์ (Microbial Ecology)
 4. นิเวศวิทยาของปลา (Fish Ecology) ฯลฯ
- แบ่งตามแหล่งที่อยู่อาศัย
 1. นิเวศวิทยาน้ำจืด (Freshwater Ecology)
 2. นิเวศวิทยาน้ำกร่อย (Brackish Water Ecology)
 3. นิเวศวิทยาทางทะเล (Marine Ecology)
 4. นิเวศวิทยาภาคพื้นทวีป (Terrestrial Ecology) ฯลฯ

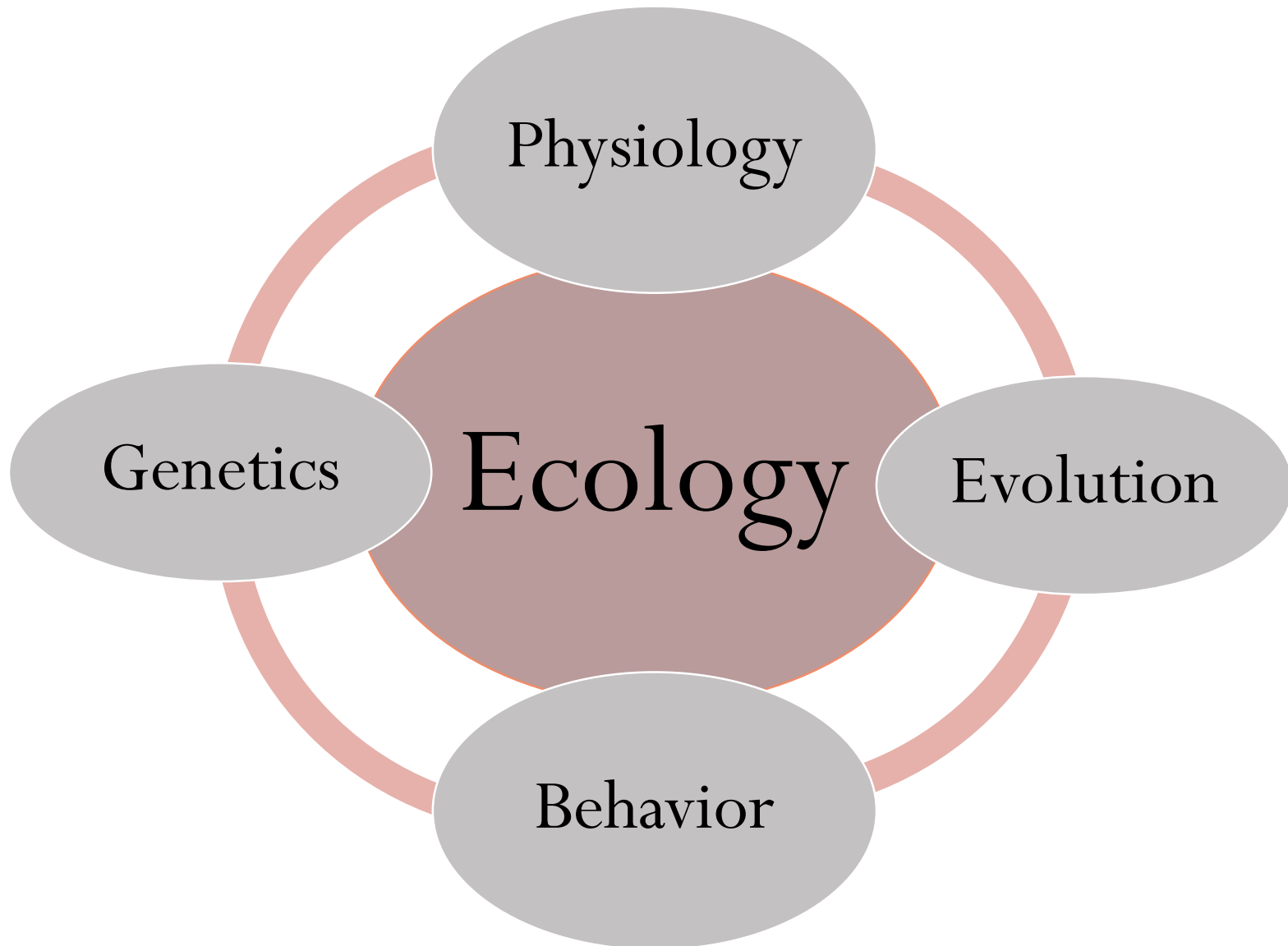
แขนงของนิเวศวิทยา

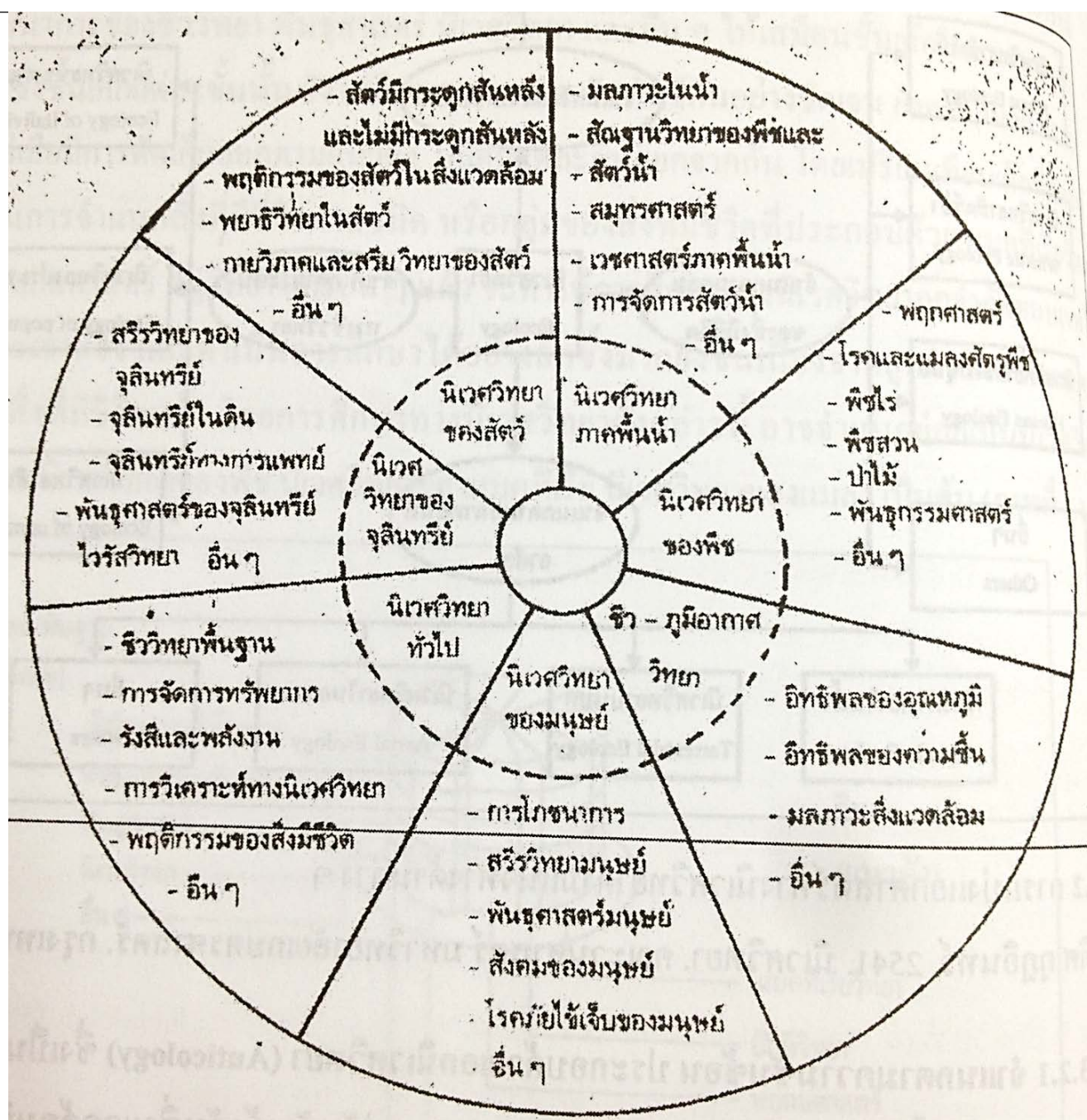
- แบ่งตามอนุกรมวิธาน
 1. นิเวศวิทยาของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม (Mammalian Ecology)
 2. นิเวศวิทยาของนก (Avian Ecology)
 3. นิเวศวิทยาของมนุษย์ (Human Ecology) ฯลฯ
- แบ่งตามระดับของสิ่งมีชีวิต
 1. นิเวศวิทยาเฉพาะหน่วย (Individual Ecology)
 2. นิเวศวิทยาประชากร (Ecology of Population)
 3. นิเวศวิทยาสังคม (Ecology of Community) ฯลฯ

ขอบเขตของนิเวศวิทยา

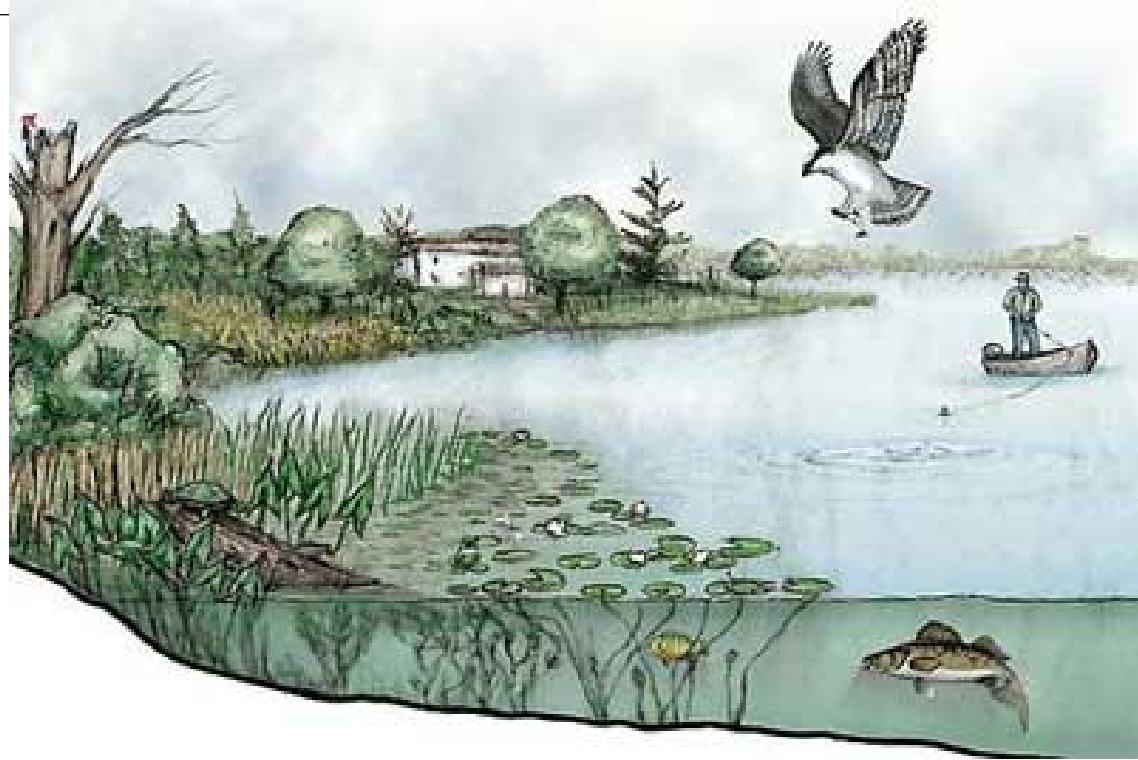
- Southwick (1976) กำหนดขอบเขตของนิเวศวิทยาออกเป็น 7 ด้าน
 - นิเวศวิทยาทั่วไป
 - นิเวศวิทยาของจุลินทรีย์
 - นิเวศวิทยาของสัตว์
 - นิเวศวิทยาของพืช
 - นิเวศวิทยาของมนุษย์
 - นิเวศวิทยาทางน้ำ
 - นิเวศวิทยาทางภูมิอากาศ

ขอบเขตของนิเวศวิทยา

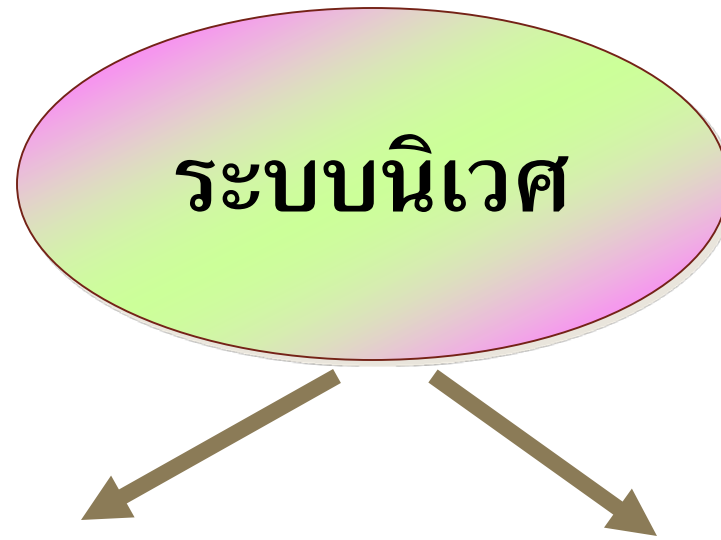




Ecosystem



บทบาท/หน้าที่และโครงสร้างของระบบนิเวศ



โครงสร้าง/องค์ประกอบ

- ผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อยสลาย

บทบาท/หน้าที่

- ถ่ายทอดพลังงาน
- หมุนเวียนสาร

ประเภทของระบบนิเวศ



1. ระบบนิเวศอิสระ (Isolated ecosystem)

ระบบนิเวศที่ไม่มีการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารอาหารในระบบกับสิ่งแวดล้อมภายนอก

2. ระบบนิเวศปิด (Closed ecosystem)

ระบบนิเวศที่มีการถ่ายทอดพลังงาน แต่ไม่มีการถ่ายทอดสารอาหารในระบบนิเวศกับสิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น อ่างเลี้ยงปลา

3. ระบบนิเวศเปิด (Opened ecosystem)

ระบบนิเวศที่มีการถ่ายทอดพลังงานและสารอาหารภายในและภายนอกระบบนิเวศ

โครงสร้าง / องค์ประกอบของระบบนิเวศ (ecosystem component)

1) ส่วนประกอบที่ไม่มีชีวิต (abiotic component)

- - อินทรีย์สาร (organic)
- - อนินทรีย์สาร (inorganic)
- - สภาพแวดล้อมทางกายภาพ

การหมุนเวียนสารเป็นวัฏจักร

2) ส่วนประกอบที่มีชีวิต (biotic component)

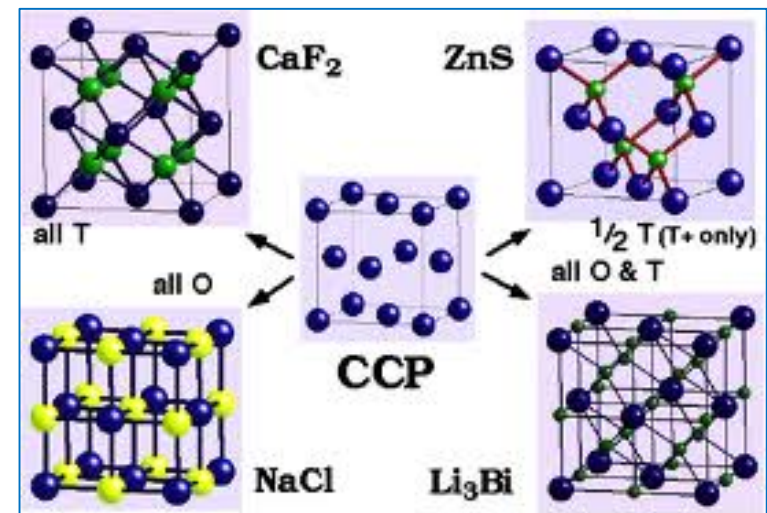
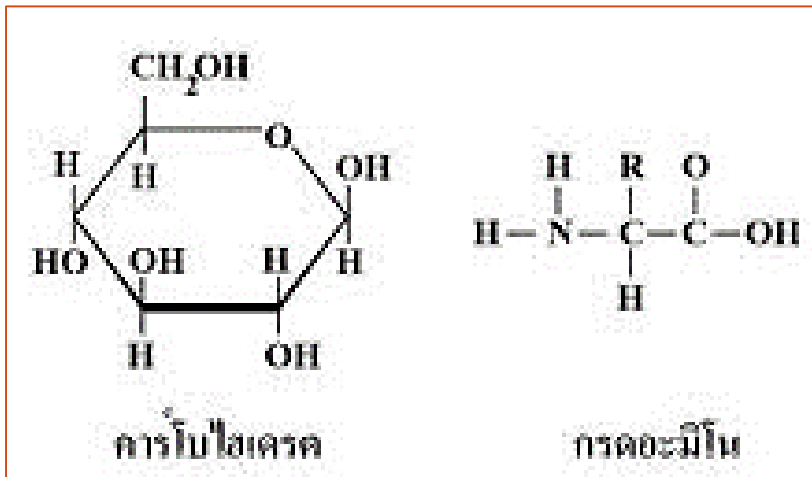
- - ผู้ผลิต (producer or autotroph)
- - ผู้บริโภค (consumer or heterotroph)
- - ผู้ย่อยสลาย (decomposer or saprotroph)

การถ่ายทอดพลังงาน

ส่วนประกอบที่ไม่มีชีวิต (abiotic component)

- อินทรีย์สาร (organic) – โปรตีน คาร์โบไฮเดรต (C, H, O, N,..)
- อนินทรีย์สาร (inorganic) - สารประกอบที่ไม่มี C-H อยู่ด้วยกัน
- สภาพแวดล้อมทางกายภาพ

❖ ปัจจัยจำกัด (Limiting factors)



ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต

- แสงสว่าง
- อุณหภูมิ
- ความชื้น
- ภูมิประเทศ
- สภาพดินและน้ำ
- อากาศ
- ความเป็นกรด-เบส
- ความเค็ม

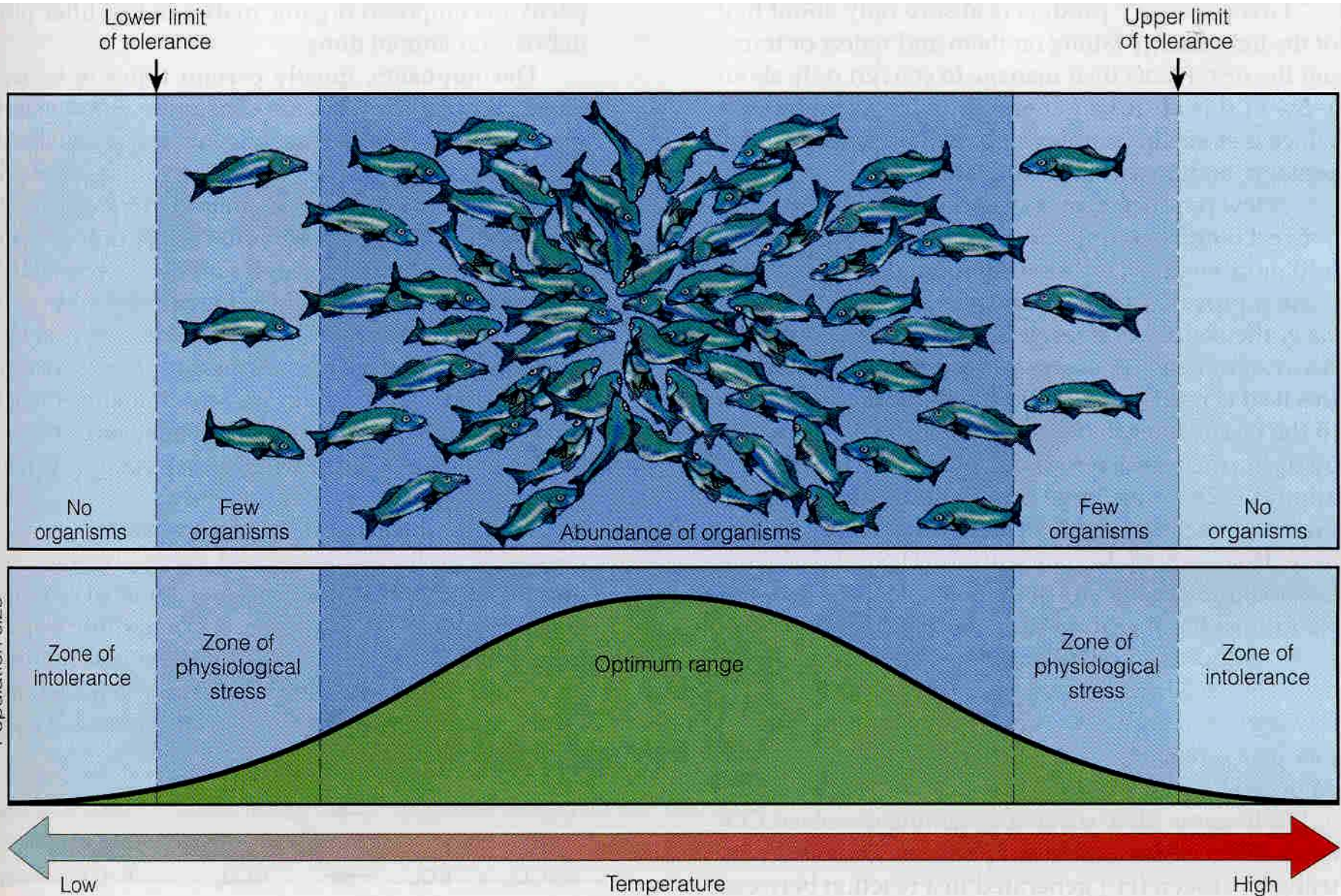
ปัจจัยจำกัด (Limiting factors) ปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต

มีผลต่อ การเจริญเติบโตของพืชและสัตว์, การหา
กินของสัตว์, การหายใจ, การอพยพย้ายถิ่น,
ขนาด/รูปร่างของสิ่งมีชีวิต, ฤดูกาลผสมพันธุ์,
กระตุ้นกระบวนการสังเคราะห์แสง, การ
แพร่กระจายของพืชและสัตว์, ...

กฎของปัจจัยจำกัด (Law of limiting factors)

- **Liebig's law of the minimum**
 - สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการแร่ธาตุและสภาวะแวดล้อมที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต ในอัตราส่วนที่ไม่เท่ากัน แต่ค่าความต้องการนี้ใกล้เคียงกับค่าต่ำสุดที่แต่ละสปีชีส์จะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ซึ่งถ้าต่ำกว่านี้จะทำให้สิ่งมีชีวิตตายได้
- **Shelford's law of tolerance**
 - ไม่เพียงแต่ปริมาณที่น้อยเกินไปเท่านั้น ถ้ามีปริมาณมากเกินไปจะเป็นสาเหตุให้สิ่งมีชีวิตตายได้เช่นกัน ทุกชีวิตมีขีดของความทนทานจำกัดแตกต่างกันไป
- **Limit of tolerance**
 - ช่วงต่ำที่สุดและสูงที่สุดของแต่ละปัจจัยที่สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้ ปัจจัยที่มีน้อยหรือมากเกินไปจะเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตนั้น

ปัจจัยจำกัด (Limiting factors)



ส่วนประกอบที่มีชีวิต (biotic component)

- ผู้ผลิต (Producer) --> autotroph



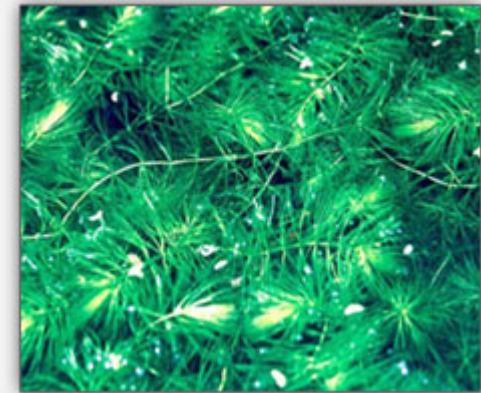
- ผู้บริโภค (Consumer) --> heterotroph

- Herbivore, Carnivore, Omnivore

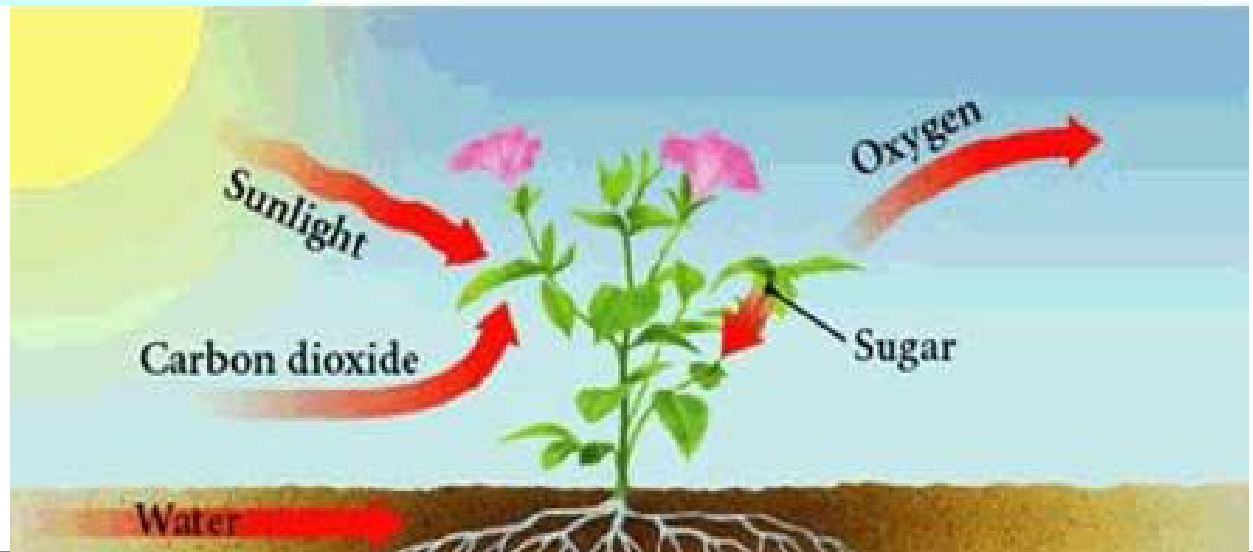
- สิ่งมีชีวิตที่กินซาก (Scavenger) – ไส้เดือน แร้ง ฯลฯ

- ผู้ย่อยสลาย (Decomposer)

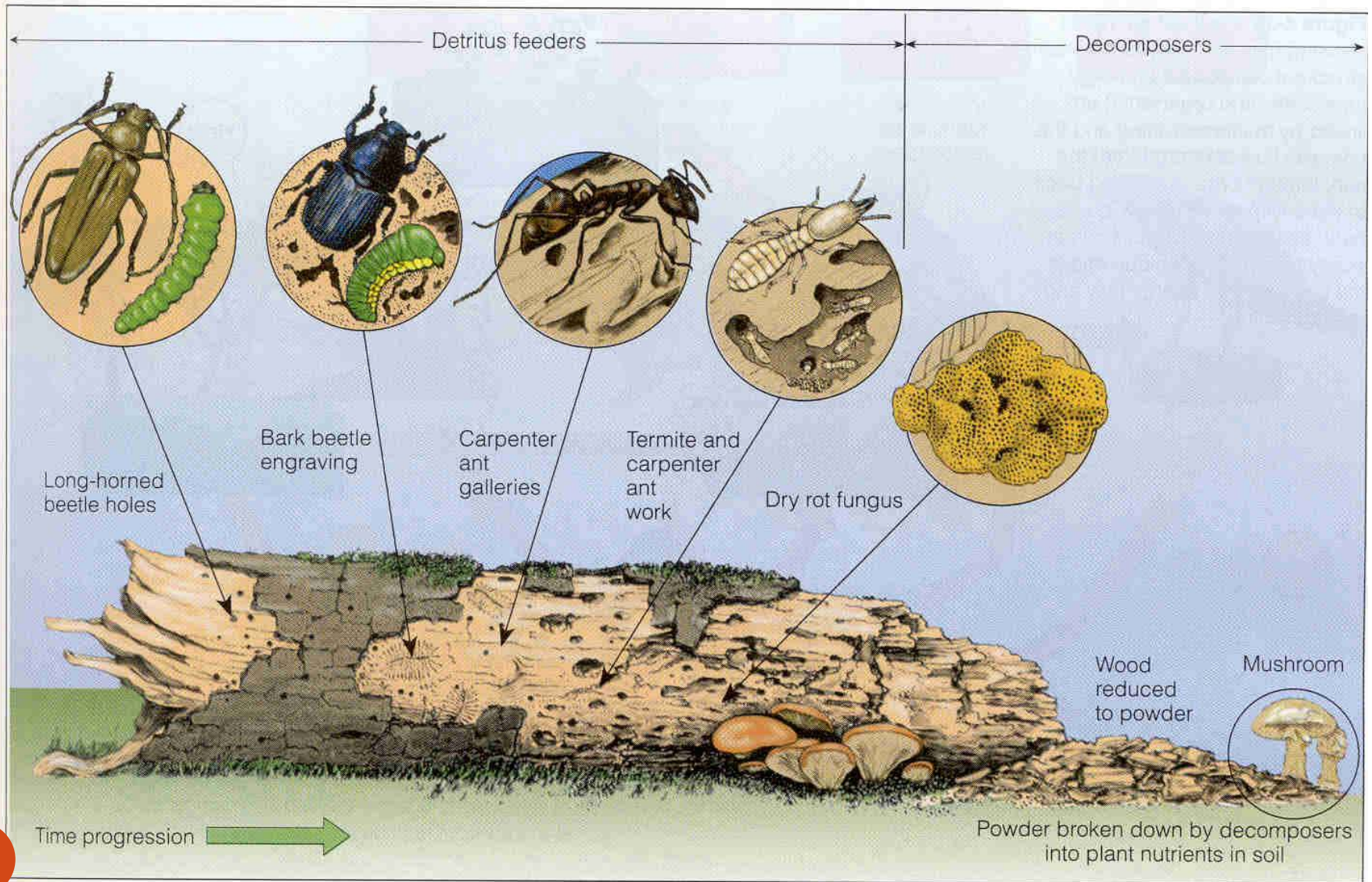
Producer ==> inorganic --> organic



Photosynthesis



Decomposer ==> organic --> inorganic



องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต

Autotroph

Heterotroph

Decomposer



Figure 54-8 A simplified food web.

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ

1. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต
2. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต
 - ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน
(Intraspecific Relationship)
 - ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน
(Interspecific Relationship)

ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต



- ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน

ข้อดี

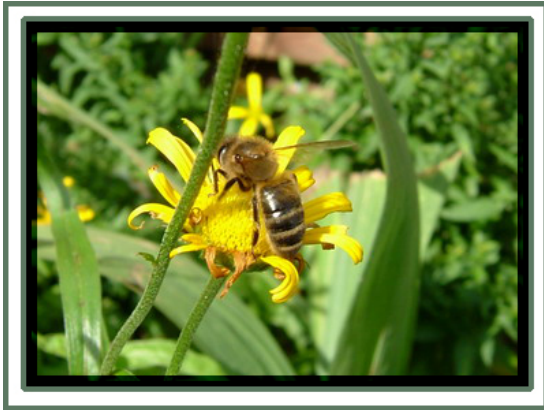
- การป้องกันอันตราย

ข้อเสีย

- การแก่งแย่ง แข่งขัน



ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต



- ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน

1. การอยู่รวมกลุ่มแบบพึ่งพาอาศัยกัน (Symbiosis) $+/+$
2. การอยู่ร่วมกันแบบปฏิปักษ์ (Antagonism) $+/-$
3. การอยู่ร่วมกันแบบเป็นกลาง (Neutralism) $+/0$



ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต

- การพึ่งพาแบบถาวร (Mutualism with continuous contact)
- การพึ่งพาแบบชั่วคราว (Mutualism without continuous contact)
- ภาวะมีการเกื้อกูล (Commensalism)
- ภาวะปรสิต (Parasitism)
- ภาวะการล่าเหยื่อ (Predation)
- ภาวะมีการแก่งแย่ง (Competition)
- ภาวะมีการย่อยสลาย (Saprophytism)

การพึ่งพาแบบถาวร (Mutualism +/+)

- ความสัมพันธ์ที่ทั้งสองฝ่ายได้ประโยชน์และอยู่แยกกันไม่ได้
- ไลเคน (Lichen) เป็นสิ่งมีชีวิตสองชนิด คือ รา กับ สาหร่าย พบตามเปลือกต้นไม้ขนาดใหญ่ กล่าวคือสาหร่ายสร้างอาหารได้เองแต่ต้องอาศัยความชื้นจากรา ส่วนรากก็ได้อาศัยดูดอาหารที่สาหร่ายสร้างขึ้น



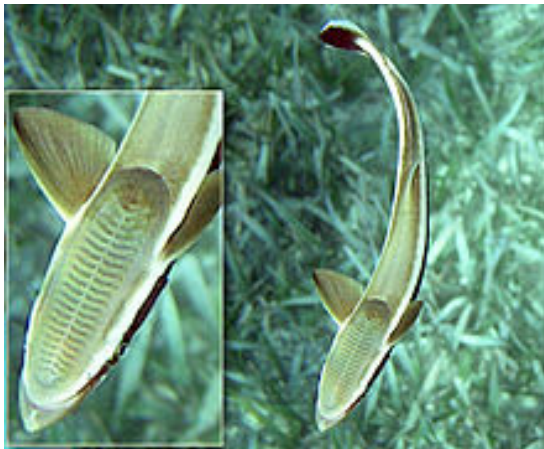
การพึ่งพาแบบชั่วคราว (Mutualism +/+)

- การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ไม่จำเป็นต้องอยู่ด้วยกันตลอดเวลา
 - ดอกไม้กับแมลง แมลงได้น้ำหวานจากพืช และแมลงช่วยผสมเกสร
 - นกเอี้ยงกับควาย นกได้อาหารเป็นเห็บหรือเห็บจากหลังควาย ส่วนควายสังเกตอันตรายจากนก โดยเมื่อมีศัตรูนกจะบินหนี



ภาวะมีการเกื้อกูล (Commensalism +/-0)

- ความสัมพันธ์แบบนี้เป็นความสัมพันธ์ที่ได้ประโยชน์เพียงฝ่ายเดียว ส่วนอีกฝ่ายหนึ่งก็ไม่เสียประโยชน์แต่อย่างใด
- เหาฉลาม เฝ้านกับต้นไม้ใหญ่ กล้วยไม้



ภาวะปรสิต (Parasitism +/-)

- ร่างกายของสิ่งมีชีวิตสามารถเป็นแหล่งที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตบางชนิดที่ดำรงชีพแบบปรสิต ผู้ถูกอาศัย (Host) จะเป็นฝ่ายเสียประโยชน์ ส่วนผู้ที่ไม่อาศัย คือ ปรสิต (Parasite) จะเป็นฝ่ายได้รับประโยชน์เนื่องจากปรสิตจะคอยแย่งอาหาร หรือกินส่วนของร่างกายผู้ถูกอาศัย
- ปรสิตภายใน (Endoparasite) เช่น พยาธิตัวตืด พยาธิใบไม้ พยาธิตัวกลม เป็นปรสิตภายในของมนุษย์
- ปรสิตภายนอก (Ectoparasite) เช่น เหา ยุง กาฝากกับต้นไม้ใหญ่

ภาวะการล่าเหยื่อ (Predation +/-)

- ความสัมพันธ์ที่ฝ่ายหนึ่งเป็นผู้ล่า (Predator) ส่วนอีกฝ่ายหนึ่งเป็นผู้ถูกล่า หรือเหยื่อ
- นกกินแมลง งูกินกบ เสือชีต้าล่ากวางกินเป็นอาหาร



ภาวะมีการแก่งแย่ง (Competition -/-)

- สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกัน อาจเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันมีความต้องการปัจจัยอย่างใดอย่างหนึ่งร่วมกัน และปัจจัยนั้นมีจำกัด โดยต่างฝ่ายต่างเสียประโยชน์ด้วยกันทั้งคู่
- ต้นไม้ที่ปลูกรวมอยู่ในเนื้อที่จำกัดพยายามเจริญสูงขึ้นเพื่อรับแสงแดด
- ปลาแย่งกันตะครุบเหยื่อ
- สุนัขแย่งกินอาหาร



ภาวะมีการย่อยสลาย (Saprophytism +/-)

- ความสัมพันธ์อีกแบบหนึ่งของเห็ด รา และแบคทีเรียอาศัยซากสิ่งมีชีวิต โดยการหลั่งเอนไซม์ออกมานอกเซลล์ (Exoenzyme) เพื่อย่อยสลายซากเหล่านั้น แล้วจึงดูดซึมสารที่ได้จากการย่อยเข้าสู่เซลล์ในรูปของเหลว สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตเช่นนี้เรียกว่า ผู้ย่อยสลาย (Decomposer)



หน้าที่ของระบบนิเวศ

1. การถ่ายทอดพลังงาน
2. การหมุนเวียนของสารหรือแร่ธาตุระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมเป็นวัฏจักร
3. การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

1. การถ่ายทอดพลังงาน

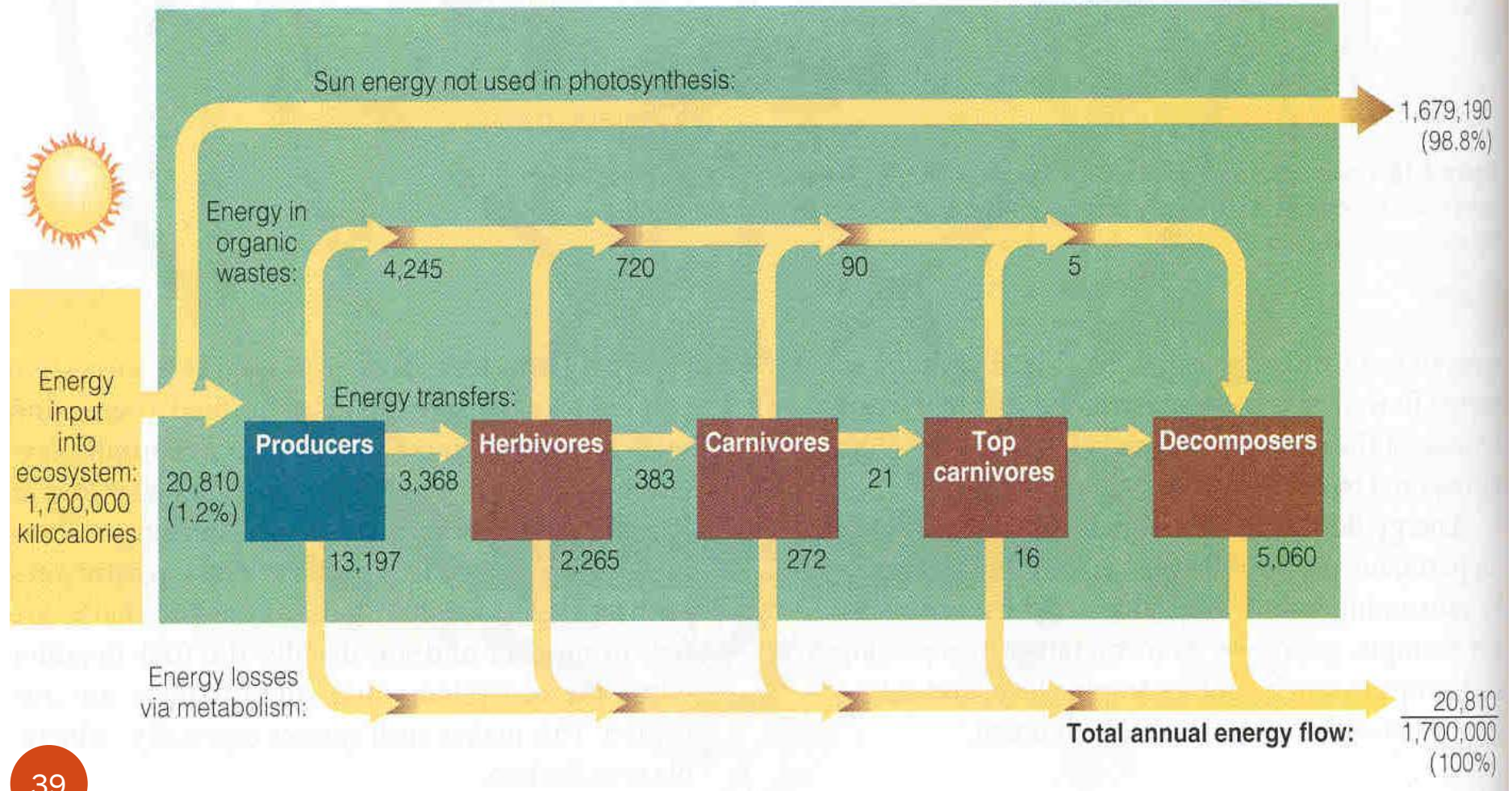
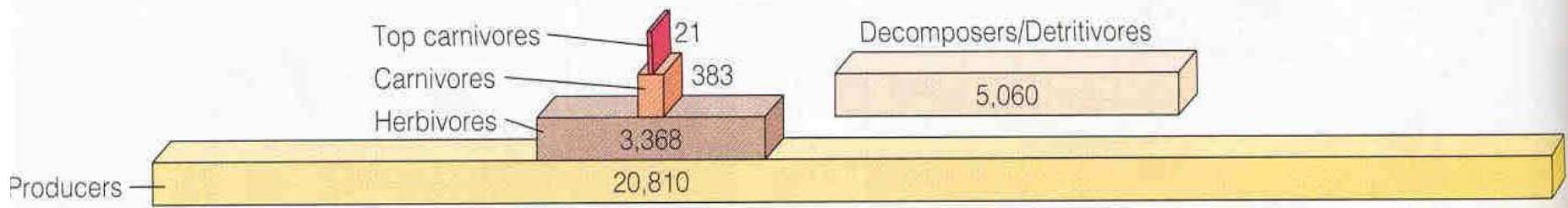
- กฎเทอร์โมไดนามิกส์

- 1. กฎข้อที่หนึ่ง

- พลังงานนั้นเปลี่ยนรูปได้ แต่ไม่มีการสร้างขึ้นใหม่หรือทำลายและสูญหายไปไม่ได้

- 2. กฎข้อที่สอง

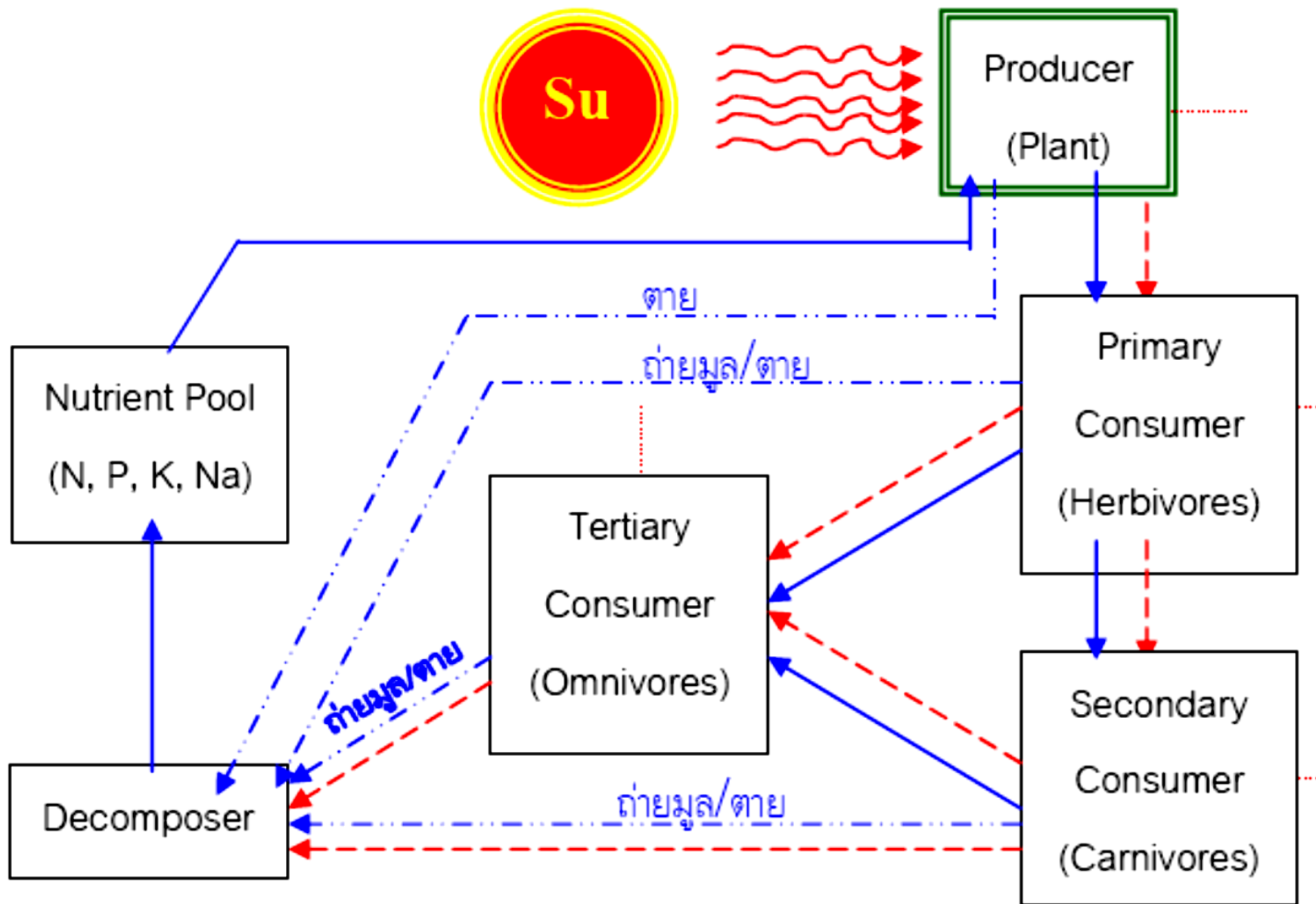
- การเปลี่ยนรูปของพลังงานไม่อาจเกิดขึ้นได้เต็มประสิทธิภาพ 100%
 - ทุกครั้งที่มีการถ่ายทอดพลังงานจะเกิดการสูญเสียพลังงาน
 - พลังงานที่ถูกถ่ายทอดหรือเปลี่ยนรูปไป พลังงานบางส่วนจะถูกเปลี่ยนรูปจนเป็นความร้อน และบางส่วนที่เหลือจะสะสมในเนื้อเยื่อ



ประสิทธิภาพในการถ่ายทอดสารอาหารและพลังงาน

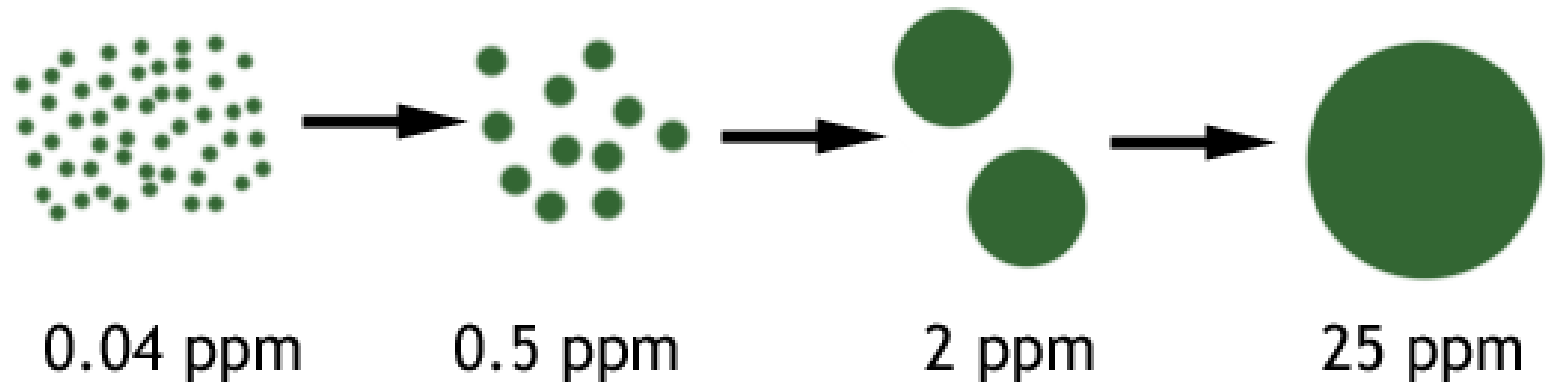
- **กฎ 10 เปอร์เซ็นต์ในระบบนิเวศ**

- สารอาหารถ่ายทอดแบบเป็นวัฏจักร ส่วนพลังงานถ่ายทอดแบบไม่เป็นวัฏจักร
- พลังงานจากดวงอาทิตย์เพียง 1 เปอร์เซ็นต์ถูกนำมาใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืช ทำให้ในพืชมีสารอาหารสะสมอยู่ สมมติให้เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ เพื่อถ่ายทอดในระบบนิเวศไปยังผู้บริโภคพืช (10) ผู้บริโภคสัตว์ (1) และผู้ย่อยสลาย (0.1) ตามลำดับ ซึ่งพลังงานจากผู้ย่อยสลายจะไม่กลับคืนสู่ดวงอาทิตย์ แต่สารอาหารจากผู้ย่อยสลายจะถูกเปลี่ยนแปลงจากอินทรีย์สารเป็นอนินทรีย์สารเพื่อที่พืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้อีกครั้งหนึ่ง นั่นแสดงว่า สารอาหารมีการถ่ายทอดแบบเป็นวัฏจักร(แบบปิด) แต่พลังงานมีการถ่ายทอดแบบไม่เป็นวัฏจักร(แบบเปิด)



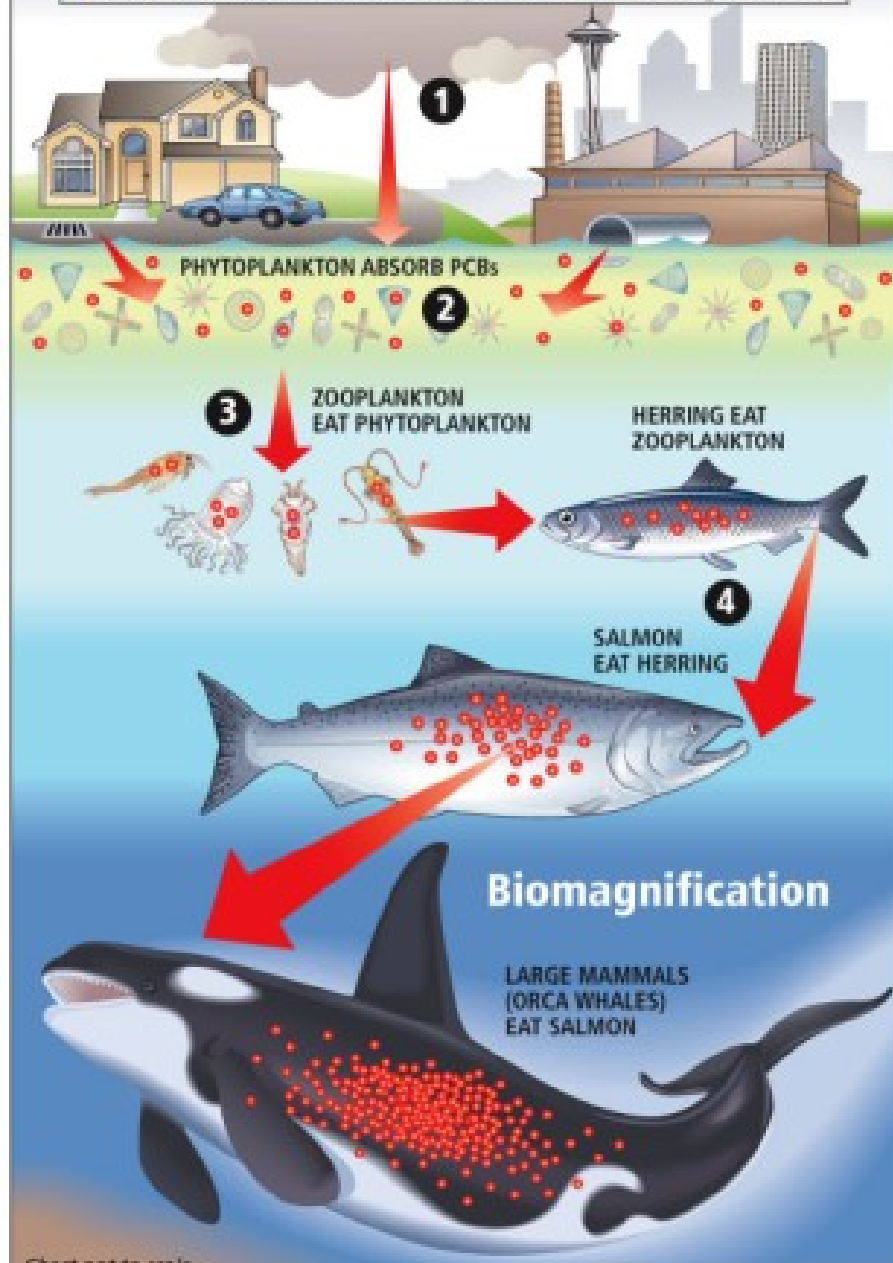
- แต่สำหรับประสิทธิภาพในการถ่ายทอดสารพิษ โลหะหนัก มักถ่ายทอดผ่านห่วงโซ่อาหารไม่เป็นตามกฎ 10 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาพบว่า สารพิษเหล่านั้นมีการถ่ายทอดแบบทวีคูณ ซึ่งจะสะสมเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับของผู้บริโภค

Biomagnification

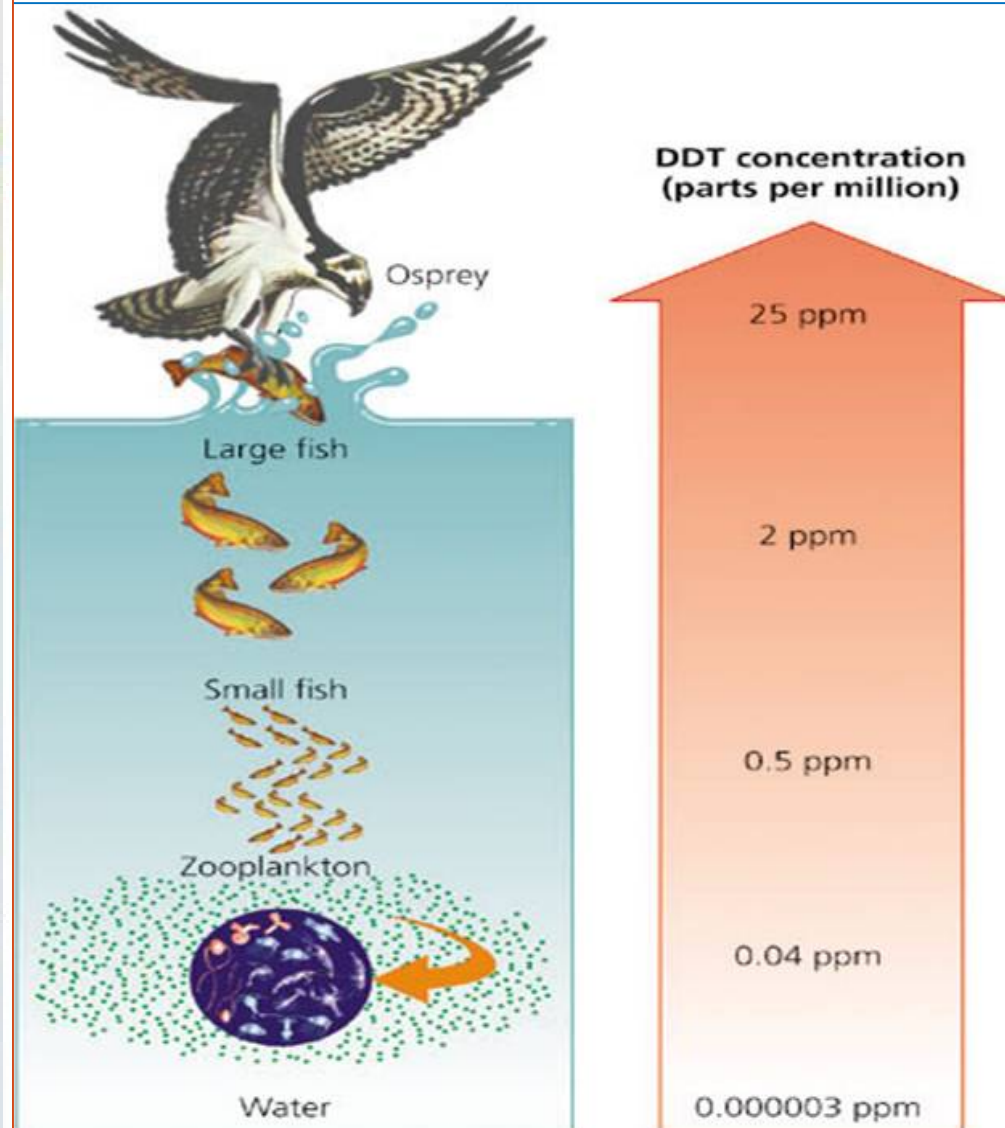


© www.science aid.net

PCBs are released from multiple sources into Puget Sound



Garrison Graphics



1. รูปแบบการถ่ายทอดพลังงาน

- การตรึงและแปรเปลี่ยนสภาพของพลังงานจากสภาพหนึ่งไปเป็นอีกสภาพหนึ่ง เช่น การเคลื่อนย้ายพลังงานจากพืชไปสู่สัตว์ และจากสัตว์ไปสู่ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์
 - ห่วงโซ่อาหาร (food chain)
 - สายใยอาหาร (food web)
 - พีระมิดการถ่ายทอดพลังงาน (food pyramid)

Food chain

- **Producer**
- **Primary consumer**
- **Secondary consumer**
- **Top consumer**



Carnivore



Carnivore



Carnivore



Herbivore



Plant

Quaternary
consumers

Tertiary
consumers

Secondary
consumers

Primary
consumers

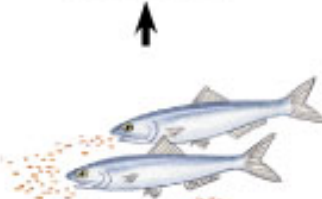
Primary
producers



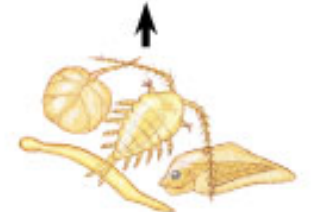
Carnivore



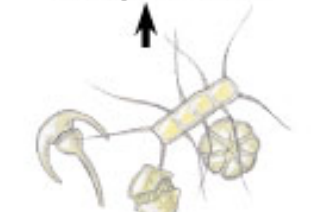
Carnivore



Carnivore



Zooplankton



Phytoplankton

A terrestrial food chain

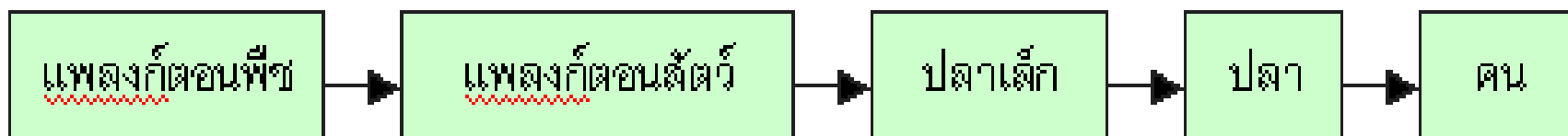
A marine food chain

ห่วงโซ่อาหาร (Food Chain)

1. ห่วงโซ่อาหารแบบผู้ล่า (Predator Chain)
2. ห่วงโซ่อาหารแบบปรสิต (Parasitic Chain)
3. ห่วงโซ่อาหารแบบเศษอินทรีย์ (Detritus Chain)
4. ห่วงโซ่อาหารแบบผสม (Mixed Chain)

ห่วงโซ่อาหารแบบผู้ล่า (Predater Chain)

- เริ่มจากผู้ผลิตหรือพืชถูกกิน โดยผู้บริโภคพืชจากนั้นผู้บริโภคพืชถูกกินต่อ โดยผู้บริโภคสัตว์ และผู้บริโภคสัตว์ถูกกินโดยผู้บริโภคสัตว์ลำดับต่อไป ดังนั้นการถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหารแบบนี้ จึงประกอบด้วยผู้ล่า (Predator) และเหยื่อ (Prey)



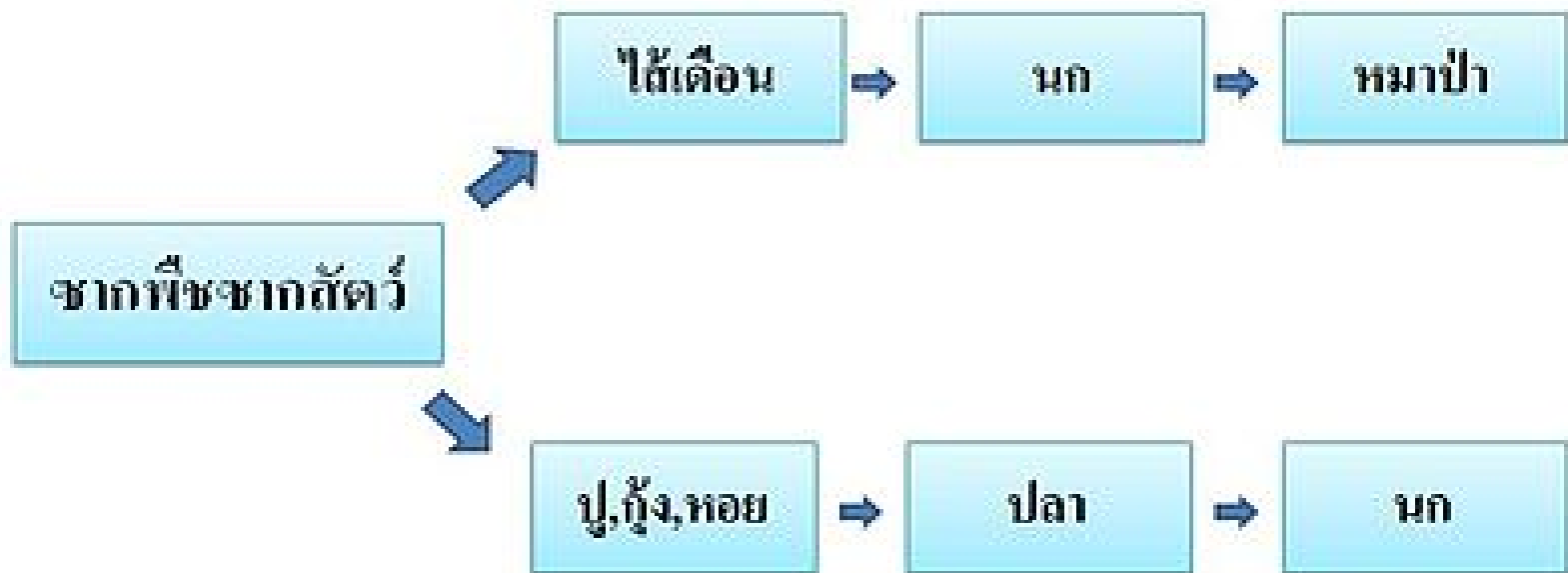
ห่วงโซ่อาหารแบบปรสิต (Parasitic Chain)

- เริ่มจากผู้ถูกอาศัย (Host) จะถ่ายทอดพลังงานไปสู่ปรสิตและจากปรสิตไปสู่ปรสิตอันดับสูงกว่า (Hyperparasite)



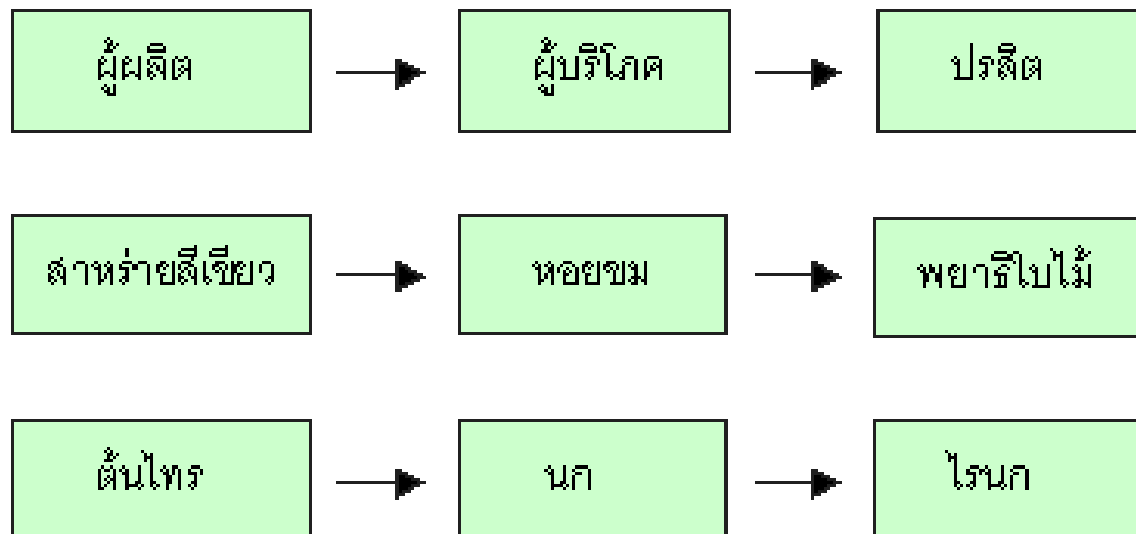
ห่วงโซ่อาหารแบบเศษอินทรีย์ (Detritus Chain)

- เริ่มจากซากพืชหรือซากสัตว์ (Detritus) ถูกกิน โดยผู้บริโภ�ซากพืชหรือซากสัตว์ และจะถูกกินต่อโดยผู้บริโภ�สัตว์ หรือเริ่มจากซากพืชซากสัตว์ถูกย่อยโดยราและราถูกกิน โดยผู้บริโภ�ราเป็นอาหาร



ห่วงโซ่อาหารแบบผสม (Mixed Chain)

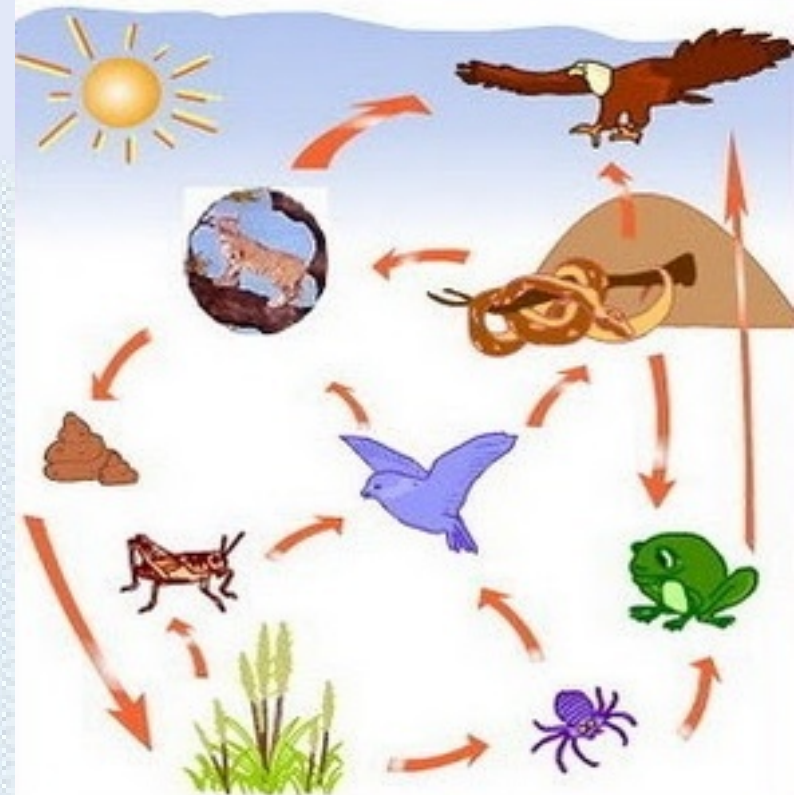
- เป็นห่วงโซ่อาหารที่มีการถ่ายทอดพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิตหลายๆ ประเภท ซึ่งในแต่ละห่วงโซ่อาหารอาจมีทั้งแบบผู้ล่าและแบบปรสิต
- เช่น เริ่มต้นจากผู้ผลิตจะถ่ายทอดพลังงานไปยังผู้บริโภคที่กินพืชซึ่งจะถ่ายทอดพลังงานต่อไปยังปรสิต



สายใยอาหาร

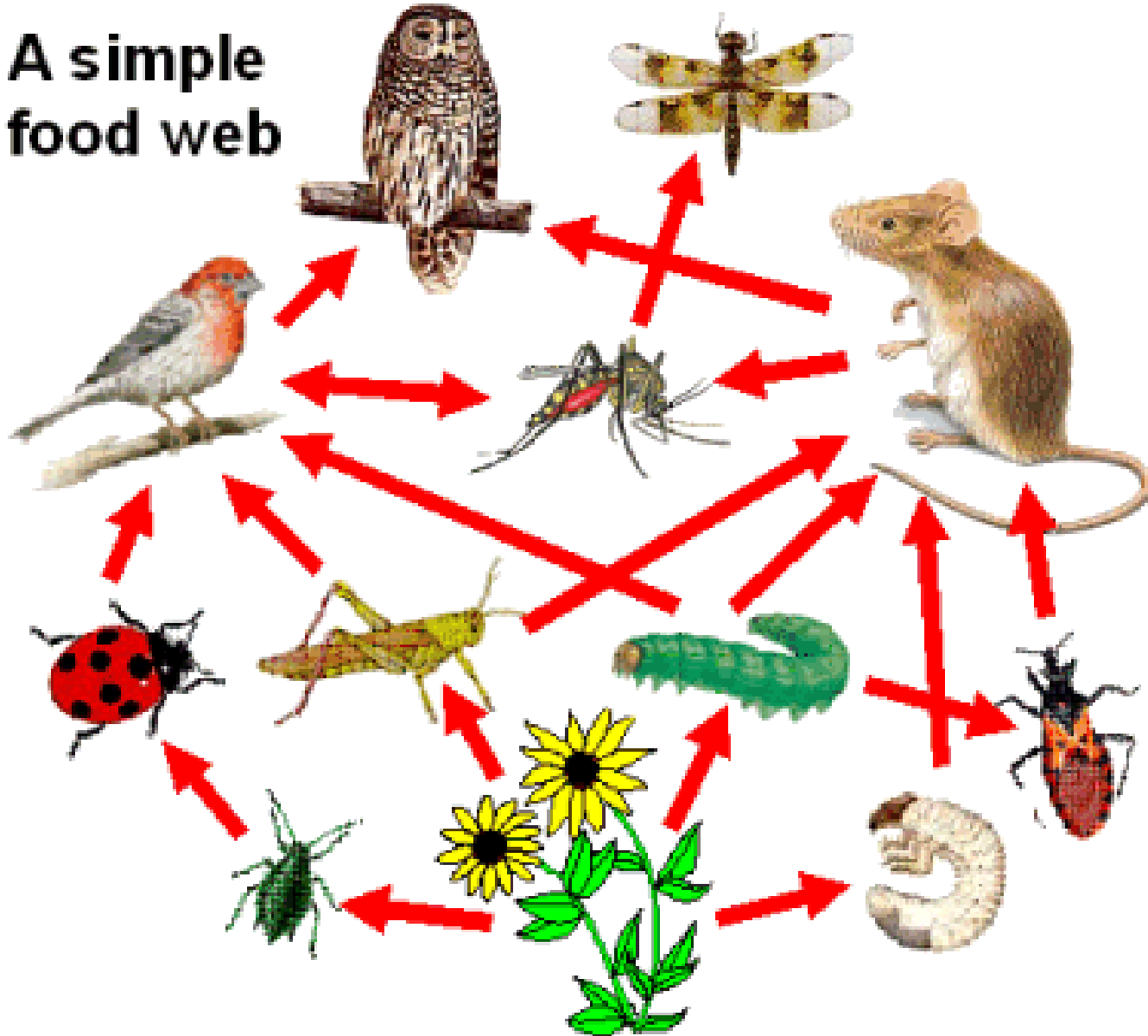


Food web



กิจกรรม แสดงห่วงโซ่อาหารจากภาพสายใยอาหารที่กำหนดให้

**A simple
food web**



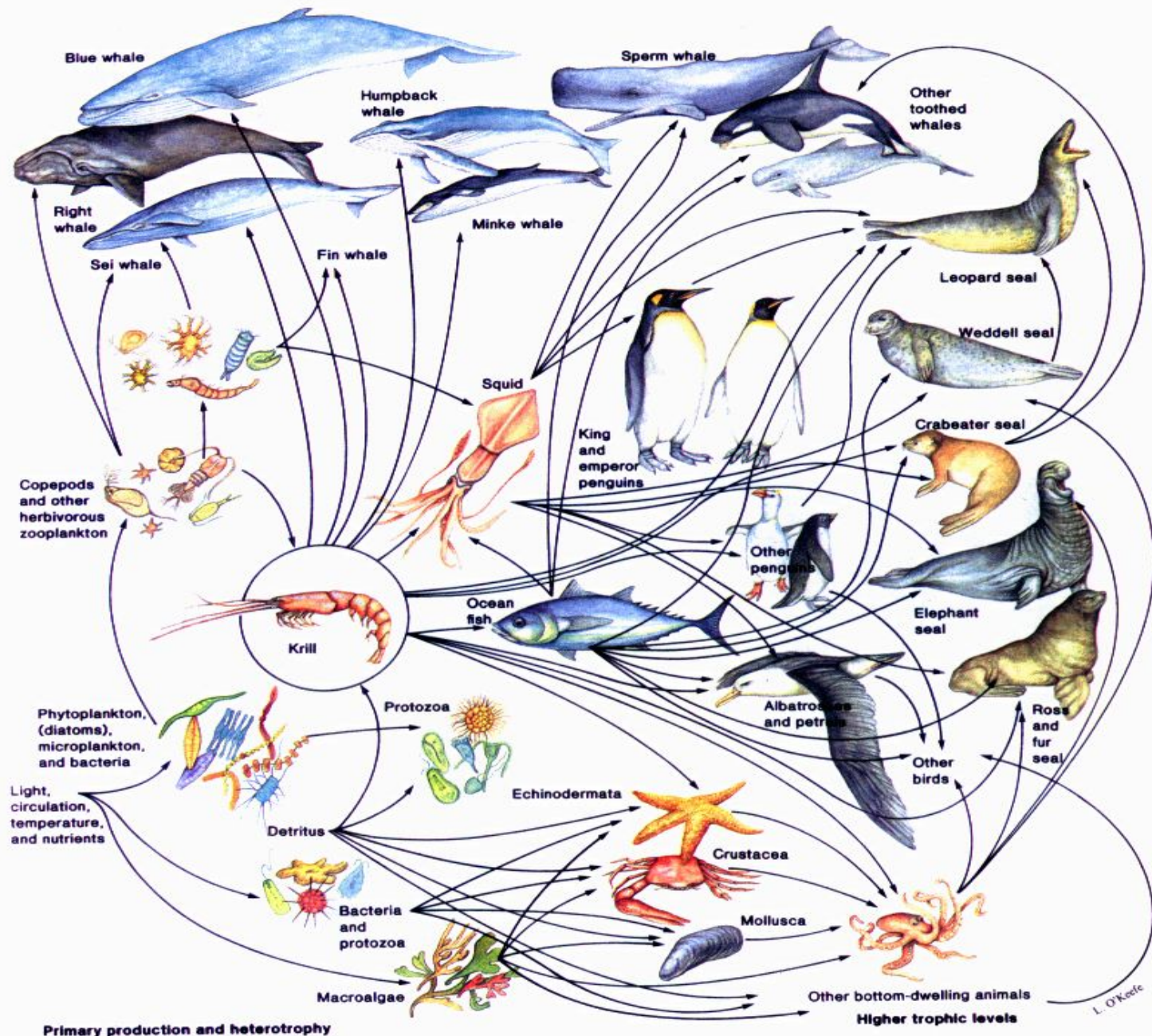


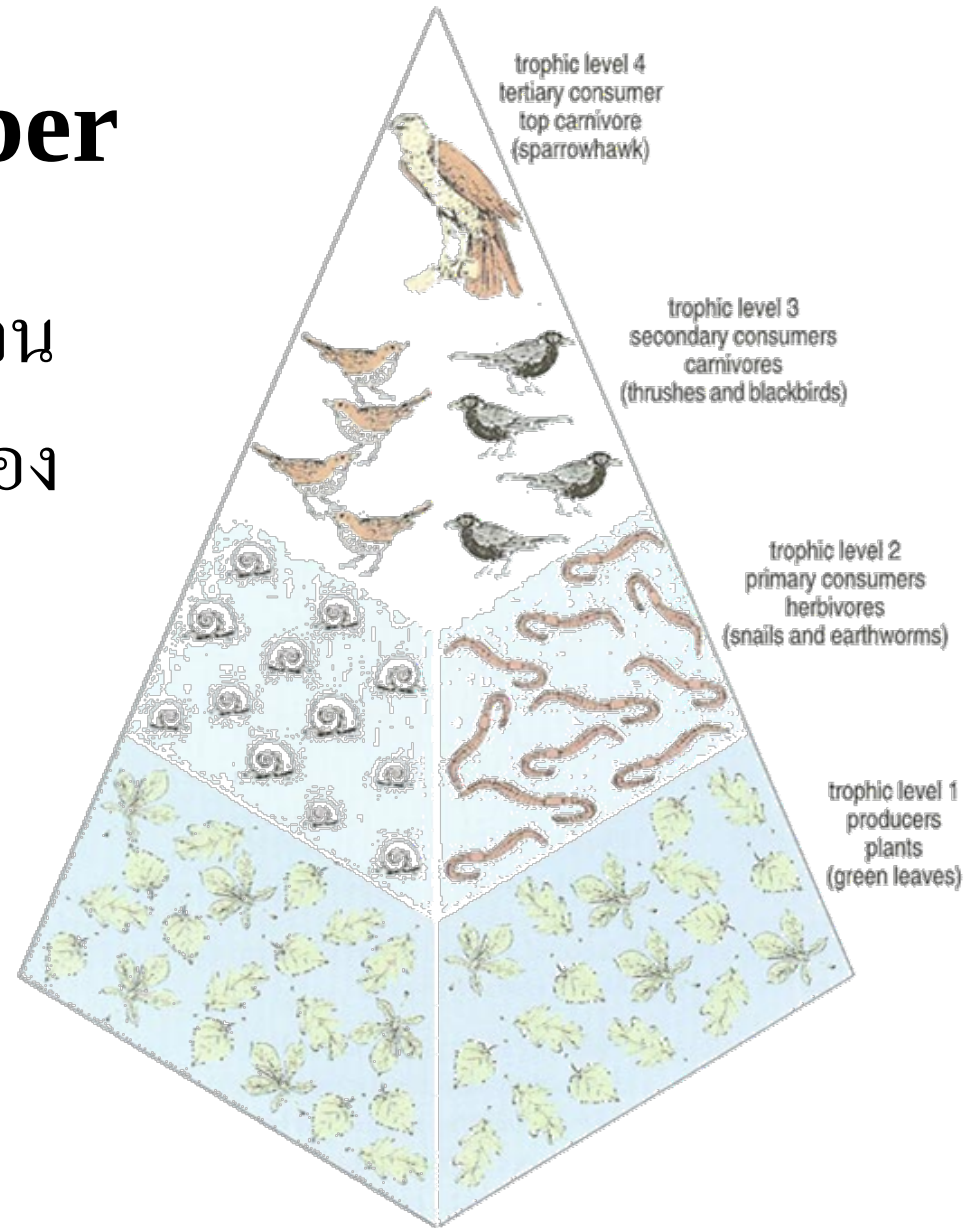
FIGURE 15.3 Food Webs. An Antarctic food web. Small crustaceans called krill support nearly all life in Antarctica. Krill are eaten by 6 species of baleen whales, 20 species of squid, over 100 species of fish, 35 species of birds, and 7 species of seals. Krill feed on algae, protozoa, other small crustaceans, and various larvae.

Food pyramid

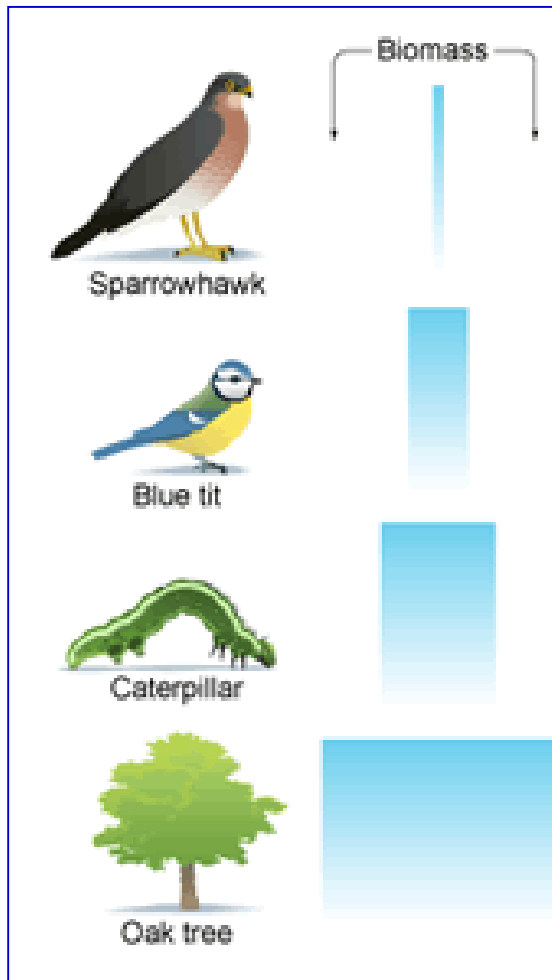
- พีระมิดจำนวน (pyramid of number)
- พีระมิดมวลชีวภาพ (pyramid of biomass)
- พีระมิดพลังงาน (pyramid of energy)

Pyramid of number

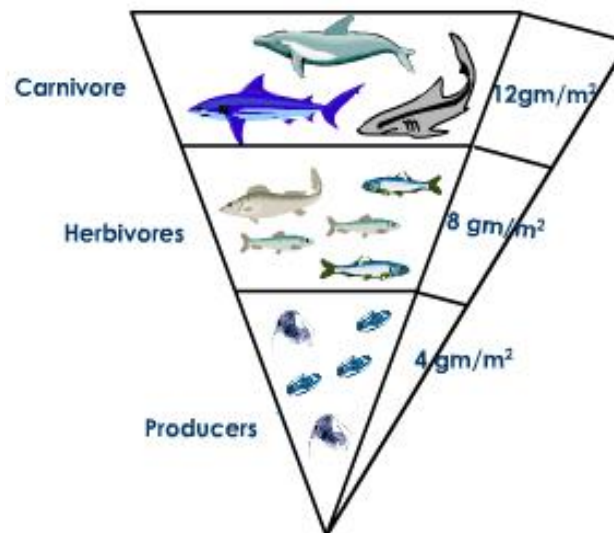
- แต่ละชั้นแสดงให้เห็นจำนวนสิ่งมีชีวิตในแต่ละลำดับขั้นของห่วงโซ่อาหารต่อหน่วยพื้นที่หรือปริมาตร



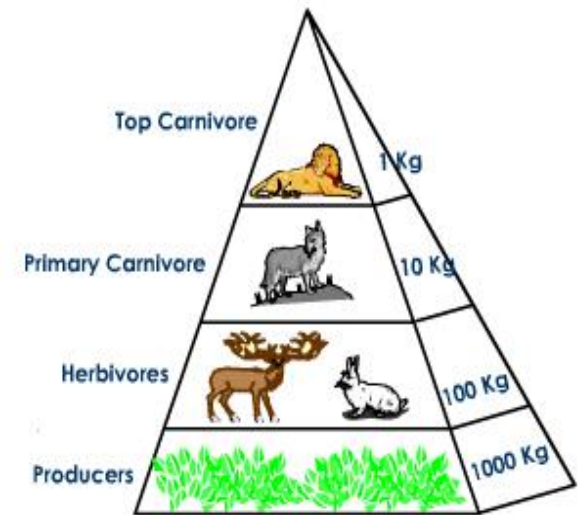
Pyramid of biomass



- ขนาดของพีระมิดแต่ละชั้นจะบอกถึงปริมาณหรือมวลชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในแต่ละลำดับขั้น ของห่วงโซ่อาหาร



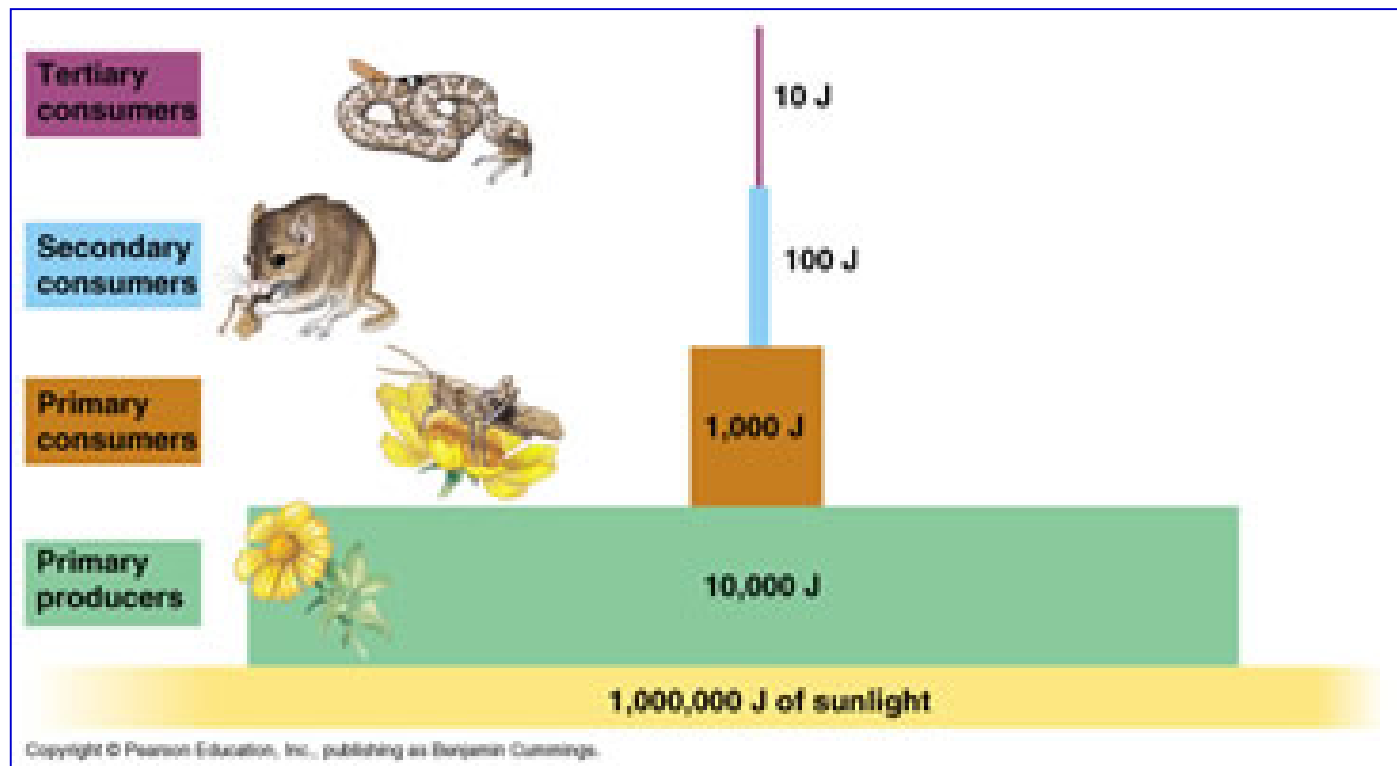
Inverted Pyramid in an Aquatic Ecosystem

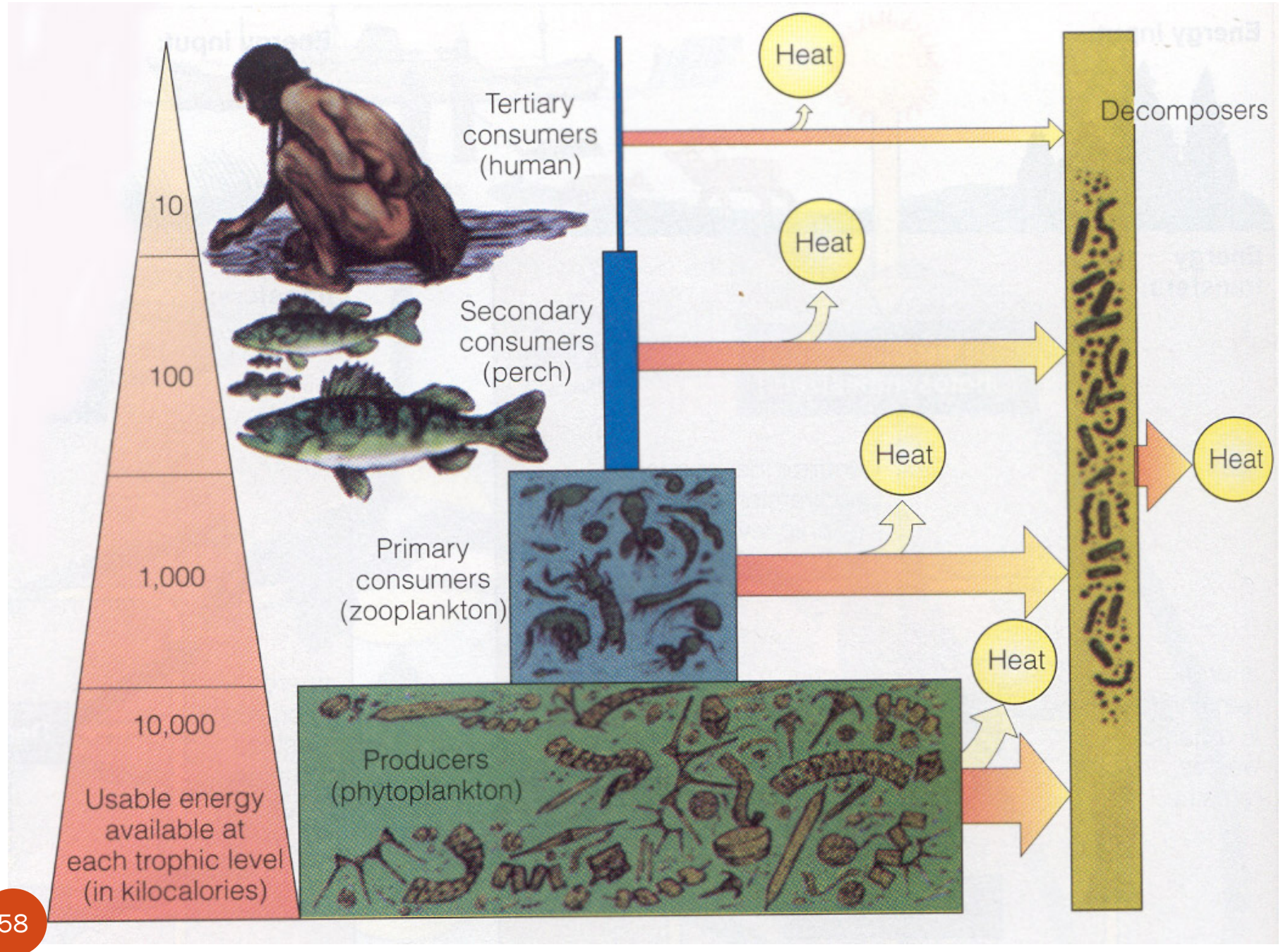


Upright Pyramid of biomass in a Terrestrial Ecosystem

Pyramid of energy

- แสดงค่าพลังงานในสิ่งมีชีวิตแต่ละหน่วย
(กิโลแคลอรีต่อตารางเมตรต่อปี)





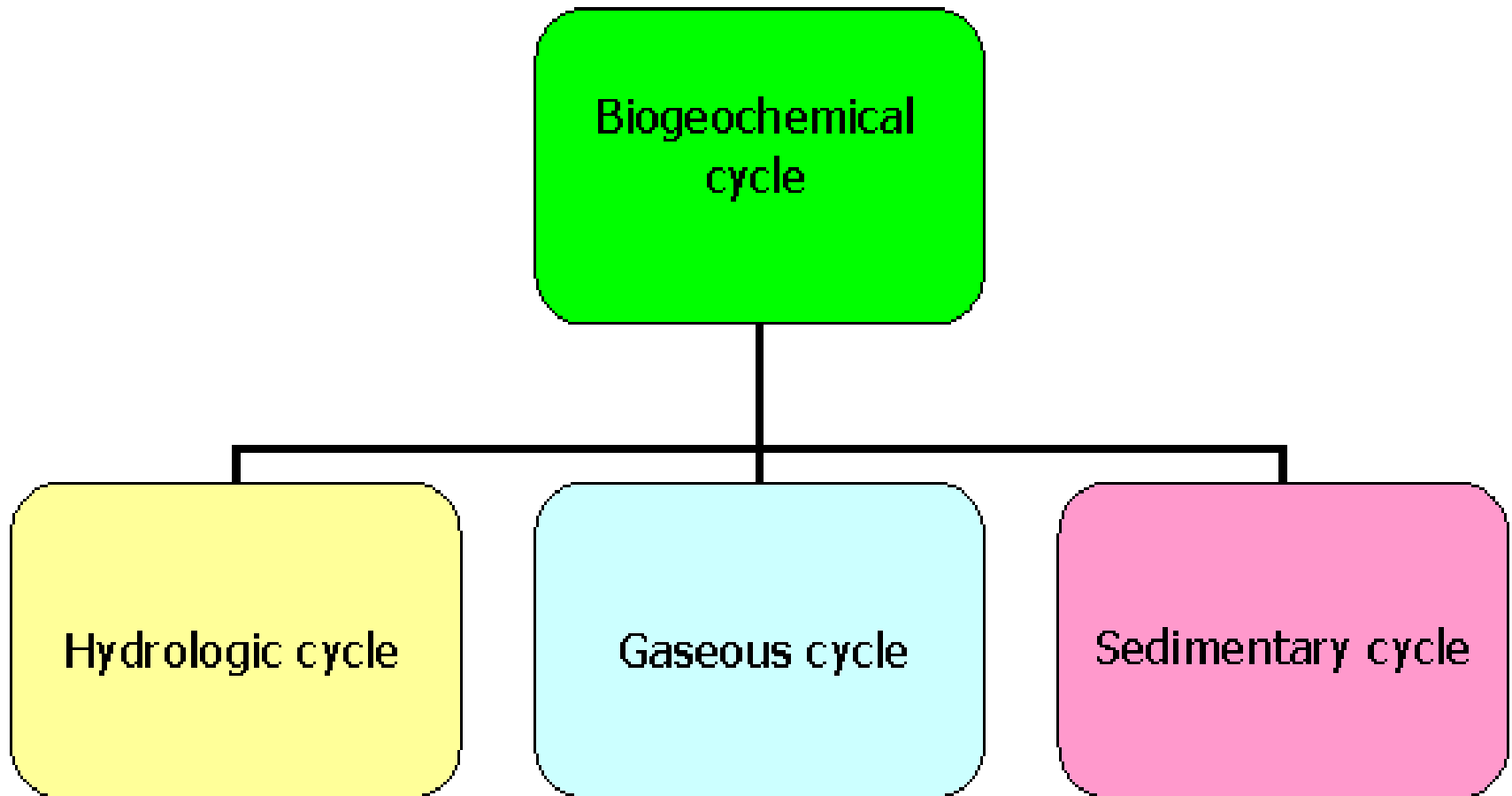
2. วัฏจักรของสาร

(Biogeochemical cycle)

วัฏจักรของสาร (Biogeochemical cycle)

การเปลี่ยนแปลงของสารหนึ่งไปอีกสารหนึ่ง โดยการ
เปลี่ยนตำแหน่งจากแหล่งหนึ่งไปยังอีกแหล่งหนึ่งหรือจาก
สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปยังอีกชนิดหนึ่ง แต่ในที่สุดจะ
หมุนเวียนกลับไปยังสภาพเดิมอีก

องค์ประกอบของวัฏจักรของสาร

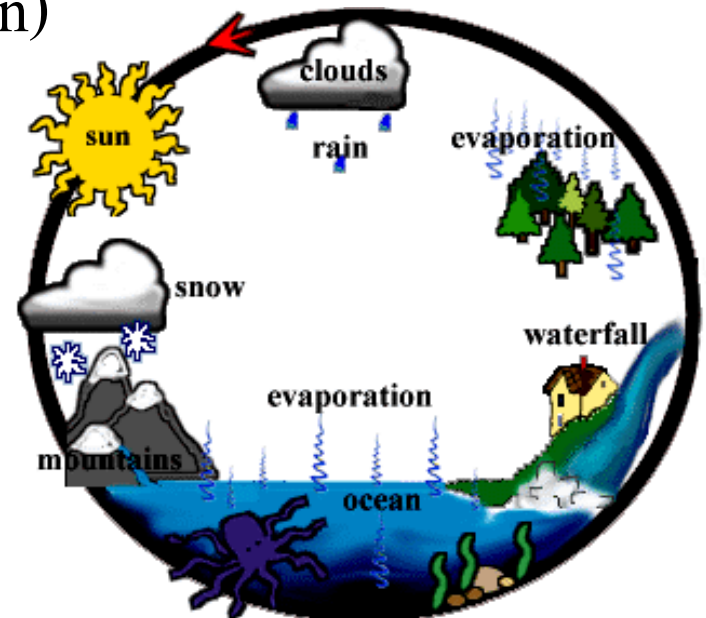


วัฏจักรของสาร (Biogeochemical cycle)

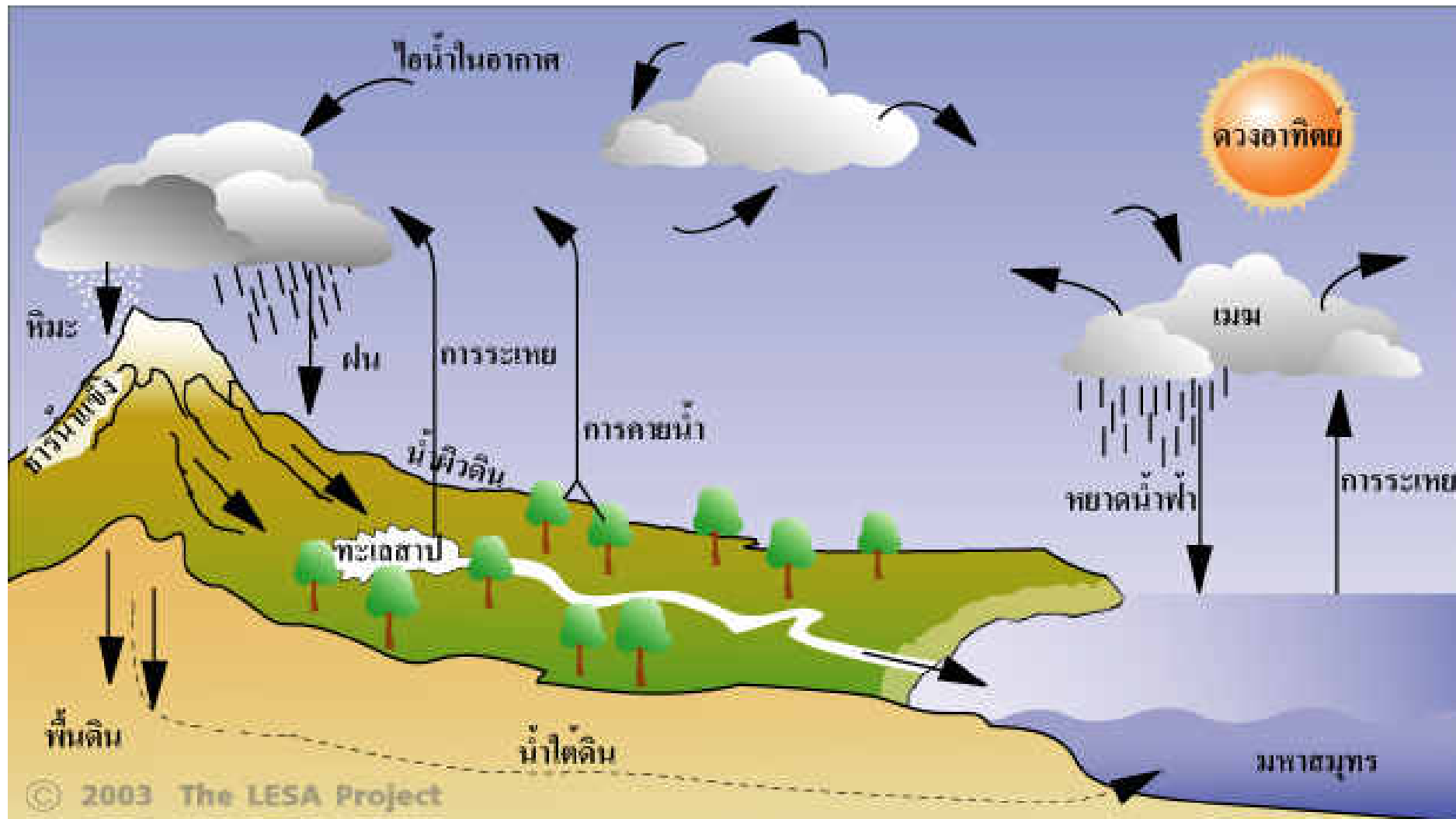
- การหมุนเวียนของสารประกอบ (Hydrologic cycle)
 - วัฏจักรของน้ำ
- การหมุนเวียนของธาตุที่เป็นก๊าซ (Gaseous cycle)
 - C, O, N
- การหมุนเวียนของธาตุที่สะสมที่ผิวโลก (Sedimentary cycle)
 - P, S, K, Ca

วัฏจักรน้ำ (Water cycle)

- กระบวนการระเหยของน้ำ (Evaporation)
- การควบแน่น (Condensation)
- การตกของหยาดน้ำฟ้า (Precipitation)
- การคายน้ำของพืช (Transpiration)



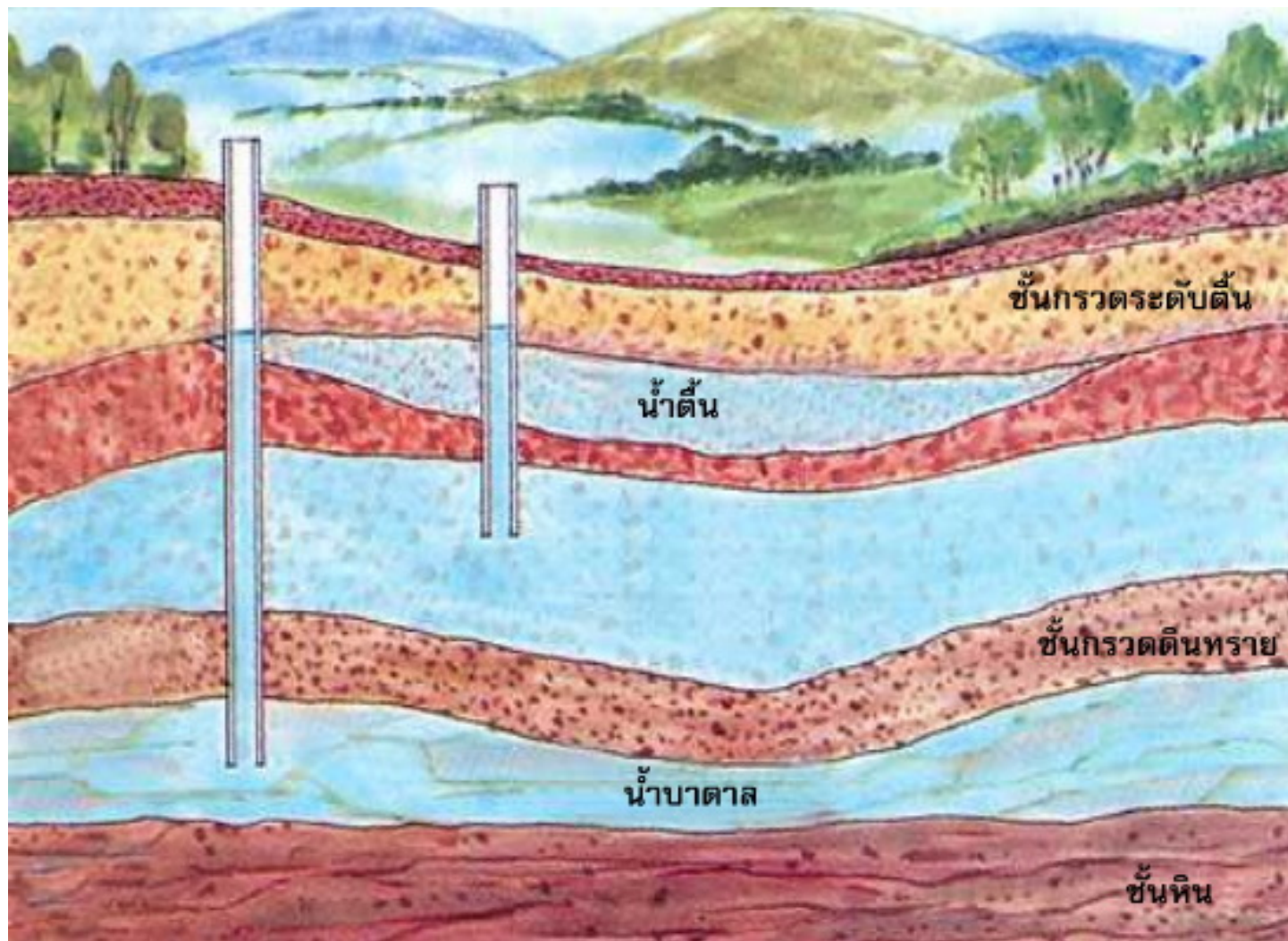
วัฏจักรน้ำ (Water cycle)



แหล่งน้ำที่สำคัญสำหรับประเทศไทย

- น้ำฝน คือ น้ำที่เกิดจากการกลั่นตัวของก้อนเมฆกลายเป็นหยดน้ำตกลงมาสู่พื้นดิน
- น้ำท่า คือ น้ำที่อยู่ในแม่น้ำ ลำธาร เกิดจากน้ำฝนที่ตกลงมาในพื้นที่รับน้ำ บางส่วนจะสูญหายไป ส่วนที่เหลือก็จะไหลไปยังที่ลุ่มลงสู่แม่น้ำลำธารกลายเป็นน้ำท่า
- น้ำใต้ดิน คือ น้ำที่อยู่ในระดับใต้ดิน เกิดจากการดูดซับน้ำลงสู่ใต้ดิน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ
 - น้ำตื้น (Unconfined groundwater)
 - น้ำบาดาล (confined groundwater)

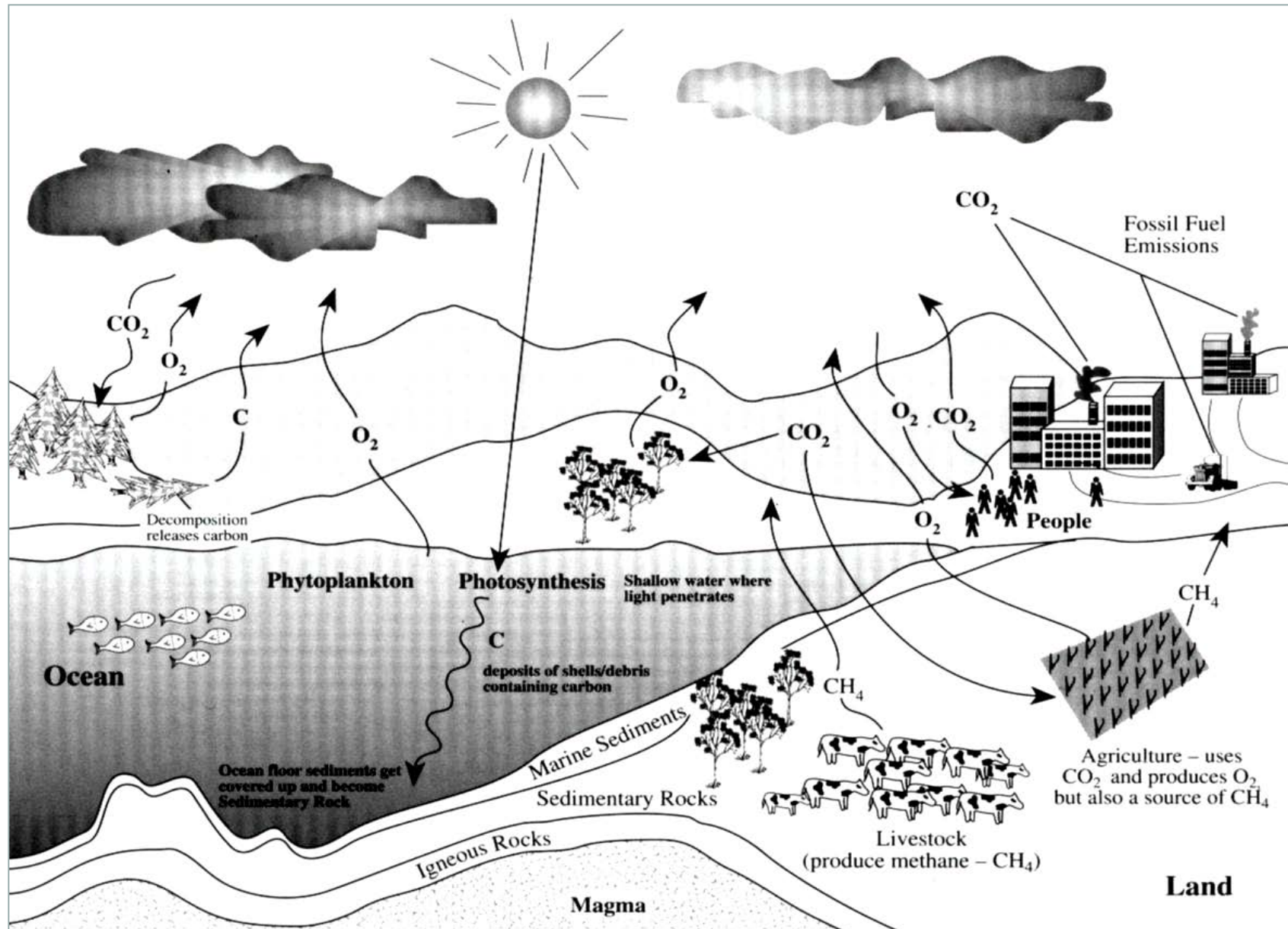
น้ำใต้ดิน



วัฏจักรคาร์บอน (Carbon cycle)

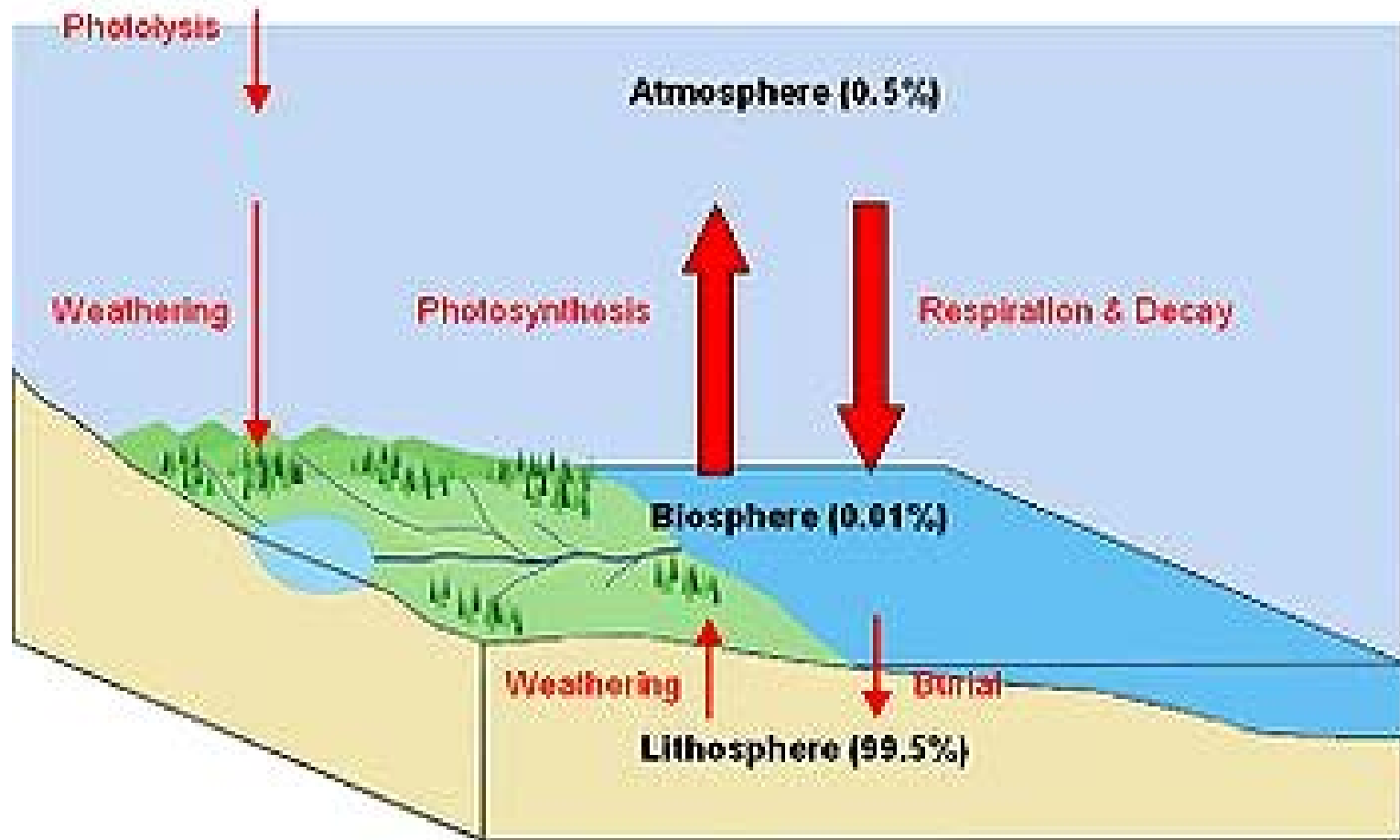
- กระบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis)
- การหายใจ (Transpiration)
- การย่อยสลาย (Decomposition)
- การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง (Combustion)
- การผุพังอยู่กับที่ของหินปูน (Weathering)

วัฏจักรคาร์บอน (Carbon cycle)



วัฏจักรออกซิเจน (Oxygen cycle)

Oxygen Cycle Reservoirs & Flux



วัฏจักรไนโตรเจน (Nitrogen cycle)

- มีปริมาณไนโตรเจนในบรรยากาศสูงถึงร้อยละ 79
- ไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบของโปรตีนและกรดนิวคลีอิก
- สิ่งมีชีวิตจะสามารถใช้ไนโตรเจนได้ในรูปสารประกอบ NH_3 , NO_2^- และ NO_3^-
 - Nitrogen fixation
 - Ammonification
 - Nitrification
 - Denitrification

Nitrogen fixation



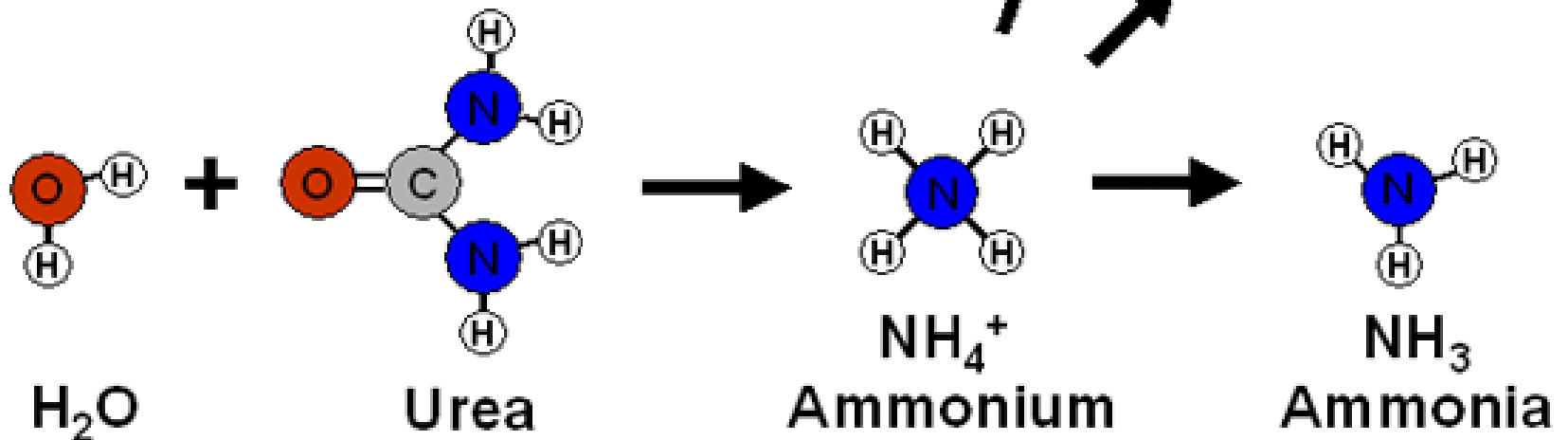
- การเปลี่ยนแก๊สไนโตรเจนจากอากาศให้อยู่ในสภาพของแอมโมเนียหรือไนเตรต
- Electrochemical fixation และ Photochemical fixation โดยปฏิกิริยาจากฟ้าแลบ ฟ้าผ่า
- การตรึงไนโตรเจนด้วยกระบวนการทางชีววิทยา เกิดโดยการกระทำของสิ่งมีชีวิต คือ Symbiotic bacteria เช่น Rhizobium ในรากถั่ว
Free-living nitrogen fixers เช่น Azotobacter, Clostridium, Cyanobacteria
- การตรึงไนโตรเจนโดยการสังเคราะห์ทางอุตสาหกรรม ได้ไนเตรตออกมาในสภาพของปุ๋ย

Ammonification

- เมตาบอลิซึมของโปรตีนจะได้ของเสียในสภาพของยูเรียหรือยูริก
- เมื่อพืชและสัตว์ตายลง โปรตีนในพืชและสัตว์จะถูกย่อยสลายเป็นแอมโมเนีย
- การย่อยสลายโปรตีน เกิดโดยการกระทำของ Ammonifying bacteria คือ การเปลี่ยนจากกรดอะมิโนหรือโปรตีนในซากหรือของเสียจากเมตาบอลิซึมเป็นแอมโมเนีย

Ammonification

Ammonification
by heterotrophic bacteria



Nitrification- Denitrification

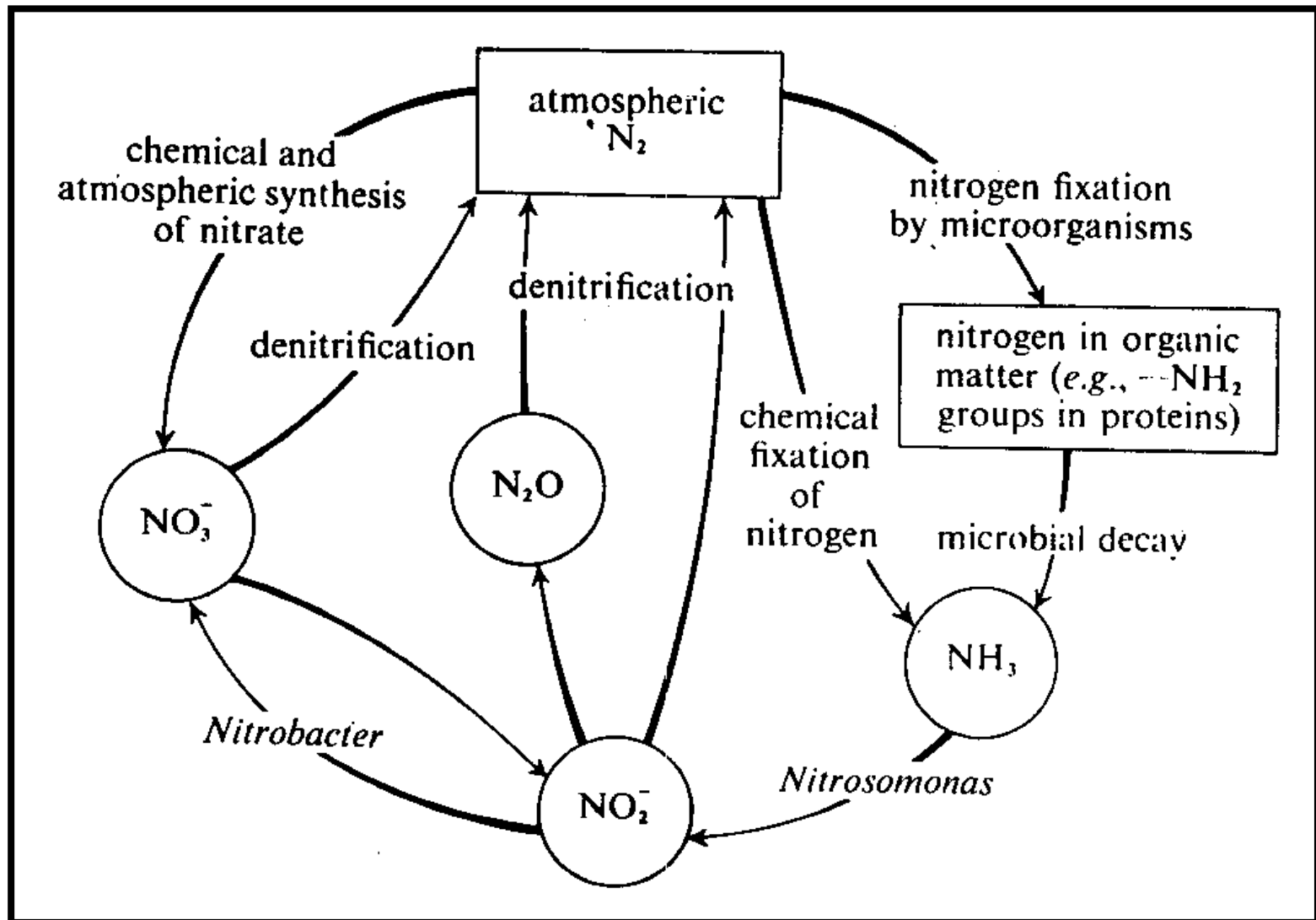
- **Nitrification**

- การเปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนไตรท์ (*Nitrosomonas*) และไนเตรท (*Nitrobacter*)

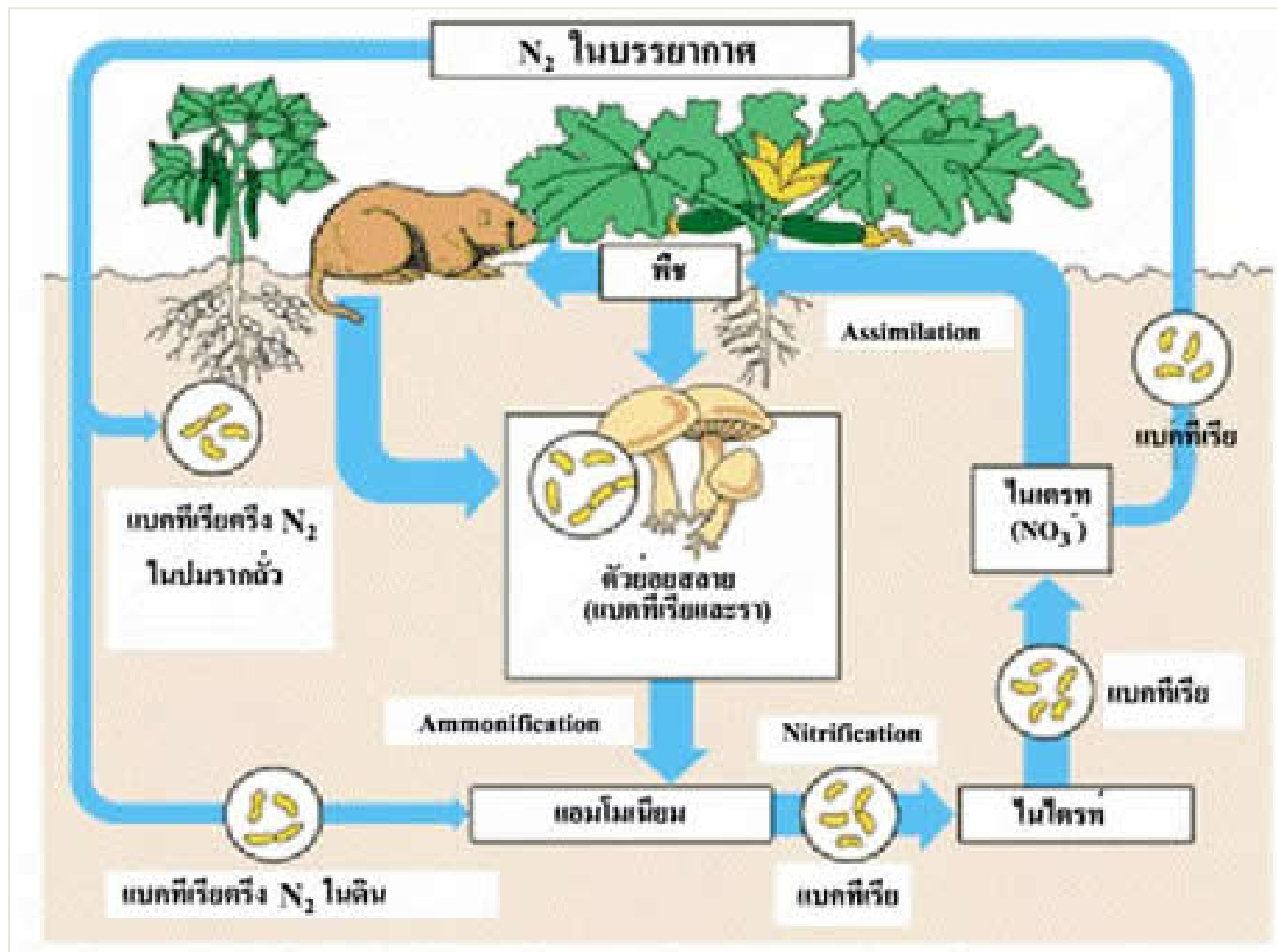
- **Denitrification**

- การเปลี่ยนไนไตรท์และไนเตรทกลับไปเป็นแก๊สไนโตรเจน โดยการกระทำของ Denitrification bacteria เช่น *Pseudomonas*, *Thiobacillus* และ *Micrococcus denitrificans*

วัฏจักรไนโตรเจน (Nitrogen cycle)



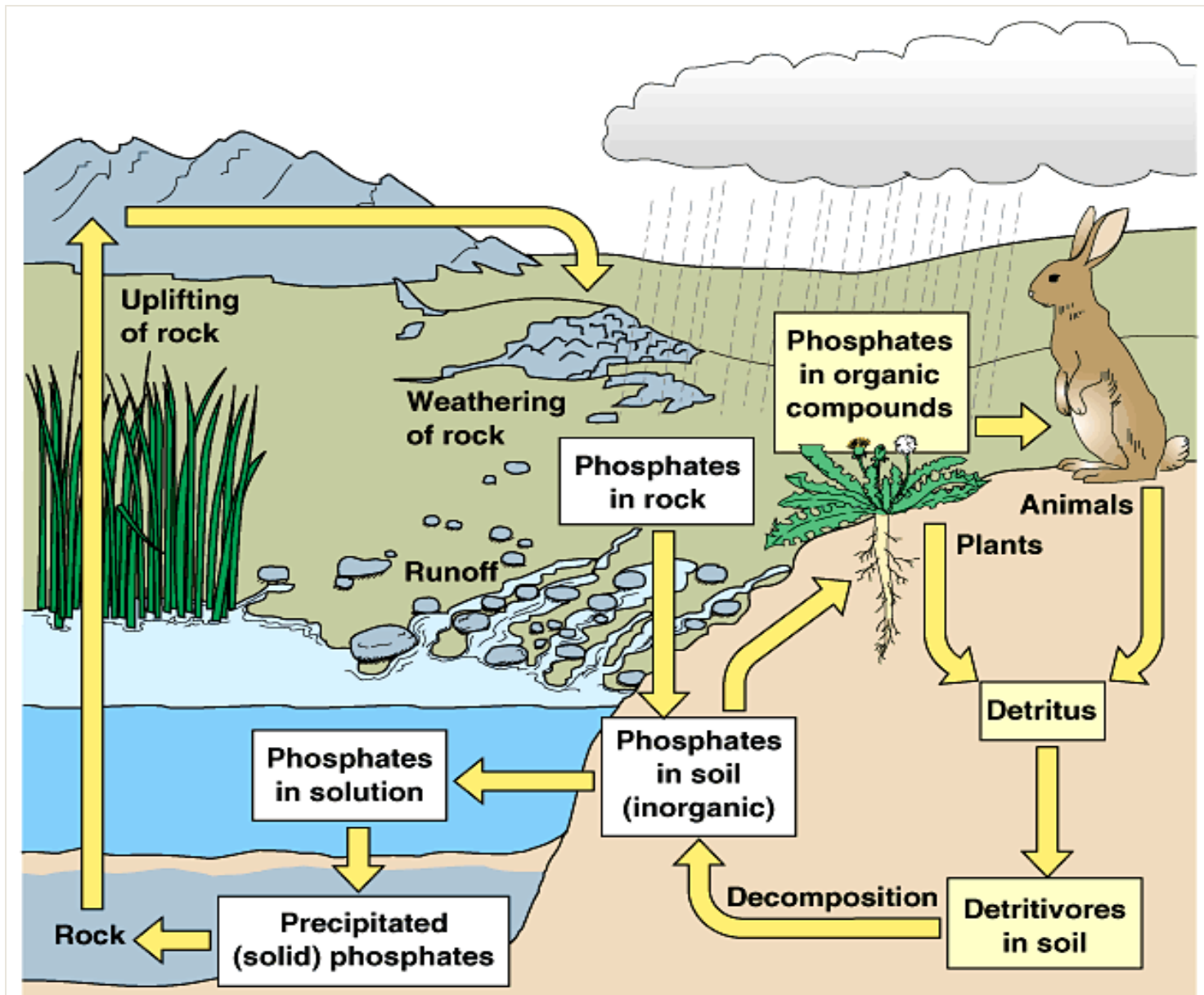
วัฏจักรไนโตรเจน (Nitrogen cycle)



วัฏจักรฟอสฟอรัส (Phosphorus cycle)

- ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของฟอสโฟลิปิดหรือ ATP
- สามารถถูกย่อยสลายได้โดยกระบวนการเมตาบอลิซึมในเซลล์หรือเมื่อตายลงจะถูกย่อยสลายโดย phosphatizing bacteria ให้กลายเป็นฟอสเฟตละลายน้ำ
 - พืชสามารถนำไปใช้ได้โดยตรง
 - ตกตะกอนรวมเป็นหินฟอสเฟตในทะเล นำมาใช้ได้ยากมาก

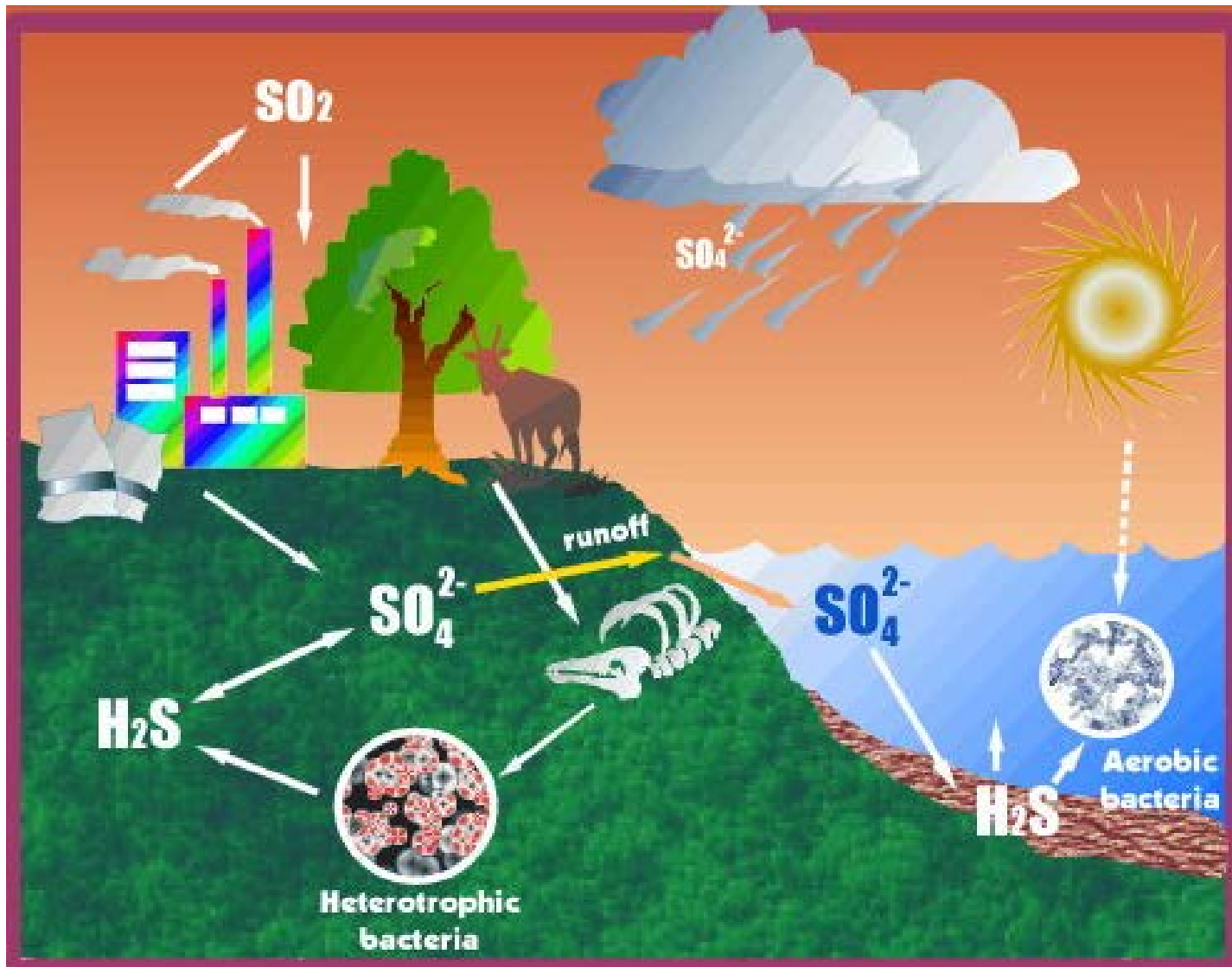
วัฏจักรฟอสฟอรัส (Phosphorus cycle)



วัฏจักรกำมะถัน (Sulfur cycle)

- กำมะถันเป็นธาตุที่สำคัญมากในการสังเคราะห์โปรตีนหลายชนิด
- เป็นตัวเชื่อมในสายโพลีเปปไทด์ของโปรตีน
- กำมะถันที่พบในธรรมชาติ เช่น H_2S , SO_2 และ SO_4^{2-}
- สารประกอบอินทรีย์ในพืชและสัตว์ถูกย่อยสลายเป็น H_2S และ SO_4^{2-} โดย Sulfur oxidizing bacteria
- กำมะถันในซากพืชและสัตว์บางส่วนจะถูกตรึงอยู่ในถ่านหินและปิโตรเลียมจนกว่าจะมีการนำออกมาใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยการเผาไหม้ปล่อยเป็นแก๊ส SO_2 ออกมา

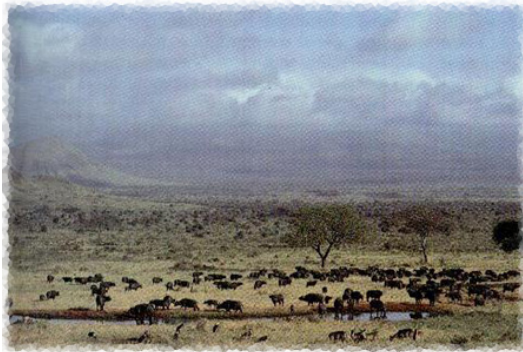
วัฏจักรกำมะถัน (Sulfur cycle)



3. การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

- สิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ กระจายอยู่อย่างเป็นระบบและมีระเบียบแบบแผนแตกต่างกันไปในระบบนิเวศต่างๆ เช่น ทุ่งหญ้า ทะเลทราย ป่าไม้ แหล่งน้ำ เป็นต้น



ระบบนิเวศบนบก

- ระบบนิเวศทุ่งหญ้า
- ระบบนิเวศทะเลทราย
- ระบบนิเวศป่าไม้

ระบบนิเวศทุ่งหญ้า

- ทุ่งหญ้ามียุคลักษณะเป็นที่ราบ มีปริมาณน้ำฝน 10-30 นิ้วต่อปี มีอัตราการระเหยสูง ทำให้เกิดความแห้งแล้งเป็นครั้งคราว
- ทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น (Temperate grassland)
 - ทุ่งหญ้าแพรรี (Prairie) ทุ่งหญ้าสเตปป์ (Steppes) ทุ่งหญ้าพัสซา (Pustza)
- ทุ่งหญ้าเขตร้อน (Tropical savanna grassland)
 - ทุ่งหญ้าสะวันนา (Savanna)



Temperate grassland



Tropical savanna grassland

ระบบนิเวศทะเลทราย

- เป็นพื้นที่ที่มีปริมาณฝนตกน้อยกว่าปริมาณการระเหยน้ำ แต่บางพื้นที่อาจมีฝนตกบ้างเล็กน้อยก็จะมีหญ้าเขตแห้งแล้งงอกงามได้
- ระบบนิเวศทะเลทรายเขตร้อน ทะเลทรายเขตอบอุ่น
- ระบบนิเวศทุ่งหญ้ากึ่งทะเลทรายเขตร้อน ทุ่งหญ้ากึ่งทะเลทรายเขตร้อน



ระบบนิเวศป่าไม้

- ป่าไม้ผลัดใบ (Deciduous forest)
 - ป่าไม้ที่ต้นไม้อายุส่วนใหญ่ผลัดใบหมดในฤดูแล้งและเริ่มผลิใบใหม่ในต้นฤดูฝน
- ป่าไม้ไม่ผลัดใบ (Evergreen forest)
 - ป่าไม้ที่มีต้นไม้มิใบเขียวชอุ่มตลอดปี ไม่มีระยะเวลาสำหรับผลัดใบที่แน่นอน เมื่อใบแก่ร่วงหล่นไปใบใหม่ก็ผลิออกมาแทนที่ทันที

ป่าไม้ผลัดใบ (Deciduous forest)

- ป่าไม้ผลัดใบในเขตอบอุ่น

- พืชที่พบได้แก่ ต้นโอ๊ค ฮักคอรี่ เชสทันท



- ป่าไม้ผลัดใบเขตร้อน เช่น ป่าไม้ในประเทศไทยแบ่งเป็น 2 ชนิด

- ป่าเบญจพรรณ หรือ ป่าผสมผลัดใบ (Mixed deciduous forest) เช่น สัก แดง ประดู่ มะค่าโมง พยุง ชิงชัน ต้นไผ่

- ป่าแพะ หรือ ป่าแดง หรือ ป่าโคก (Dry dipterocarpus forest) เกิดที่ราบสูงและตามสันเขาที่เป็นดินปนทราย เป็นป่าโปร่ง ต้นไม้มักมีลำต้นเล็ก เตี้ย ไม้พื้นล่างมักเป็นหญ้าแฝกหรือไม้พุ่ม

ป่าไม้ไม่ผลัดใบ (Evergreen forest)

- ป่าสนหรือป่าสนเขา (coniferous forest หรือ Pine forest)
- ป่าดิบชื้น หรือป่าดงดิบ (Tropical rain forest หรือ Tropical evergreen forest)
- ป่าดิบภูเขา (Hill evergreen forest)
- ป่าชายเลนหรือป่าโกงกาง (Mangrove forest หรือ Littoral forest)
- ป่าพรุและป่าบึงน้ำจืด (Swamp forest)
- ป่าชายหาด (Beach forest)

ระบบนิเวศแหล่งน้ำ

- น้ำเค็มหรือน้ำทะเล
 - มีปริมาณ 97%
- น้ำจืด
 - มีปริมาณเพียง 1% ของปริมาณน้ำทั้งหมดในโลก
 - 2% เป็นน้ำแข็งขั้วโลก
 - แม่น้ำ หนอง บึง น้ำใต้ดินและทะเลสาบน้ำจืดต่างๆ

ระบบนิเวศแหล่งน้ำ

- สัตว์น้ำทะเลมีวิธีการในการป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากร่างกาย
 - สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังมีความเข้มข้นของของเหลวในร่างกายเท่ากับน้ำภายนอก
 - สัตว์มีกระดูกสันหลังมีความเข้มข้นของของเหลวในร่างกายสูงกว่าน้ำทะเล ทำให้น้ำในตัวมีแนวโน้มที่จะไหลออกจากเซลล์
- สัตว์น้ำจืดจะมีสภาวะตรงข้ามกับสัตว์ทะเล ทำให้น้ำภายนอกเข้ามาในร่างกายมากเกินไป

การปรับตัวของสัตว์น้ำ

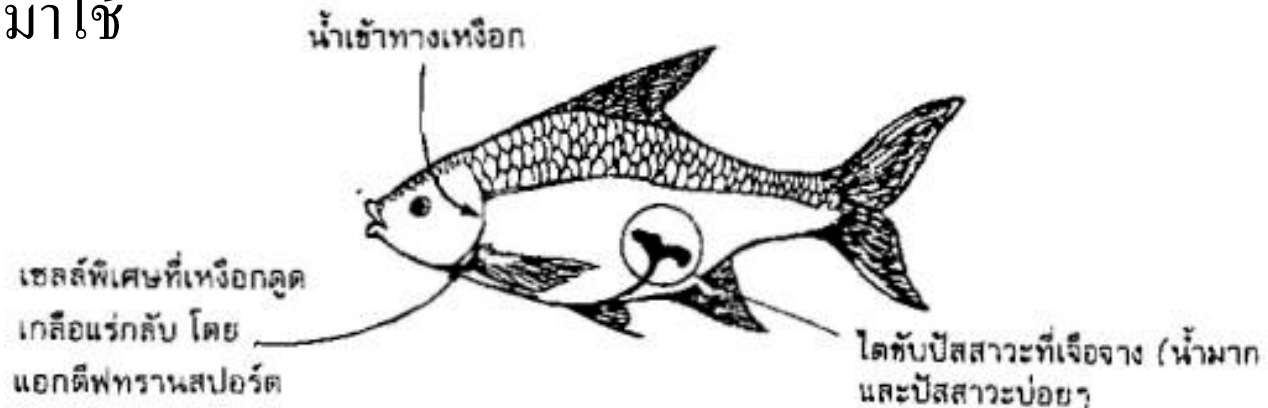
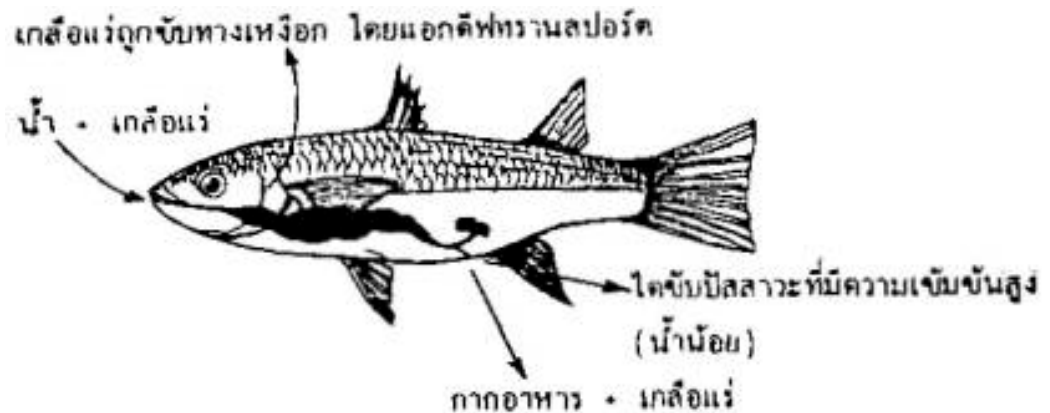
- ปลาทะเล

- ดื่มน้ำทะเลมาก

- ขับเกลือแร่มาก

- ปลาน้ำจืด

- ดื่มน้ำน้อย ขับน้ำออกมากแต่มีประสิทธิภาพในการดึงเกลือแร่จากน้ำกลับคืนมาใช้



การปรับตัวของสัตว์น้ำ

- การมีลำตัวเพรียวเพื่อลดการต้านของกระแสน้ำ
- การปรับตัวให้มีลำตัวแบนเพื่อเกาะติดกับพื้นท้องน้ำเพื่อลดความเสี่ยงทานของกระแสน้ำ บดบังศัตรูหรือ โจมตีเหยื่อ
- หาโครงสร้างแข็งเพื่อคุ้มกัน โครงร่างอ่อนนุ่ม เช่น ปูเสฉวน
- การอยู่รวมเป็นกลุ่มเพื่อป้องกันศัตรู



สรุป

- ระบบนิเวศประกอบด้วยการทำงานร่วมกันของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต ซึ่งมีความสัมพันธ์กันในหลายรูปแบบ ทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตและมีการหมุนเวียนสารอาหารและแร่ธาตุต่างๆ ส่งผลให้เกิดการกระจายของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแบบต่างๆ

แบ่งกลุ่ม 3 กลุ่ม นำเสนอรายงาน เรื่อง ระบบนิเวศ

1. ระบบนิเวศในน้ำ (น้ำเค็ม+น้ำจืด+น้ำกร่อย)
2. ระบบนิเวศบนบก (ป่าไม้+สัตว์ป่า)
3. ระบบนิเวศเมือง + ประชากร