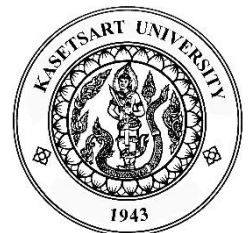


Ecosystem and population

Book reference:

G. Tyler Miller and Scott E. Spoolman, 2012. Essentials of Ecology. 6th edition. Brooks/Cole, Cengage Learning.

Dr. Bongkot Wichachucherd, SC2-303
Biology division, Kasetsart University (Kamphaeng Saen)

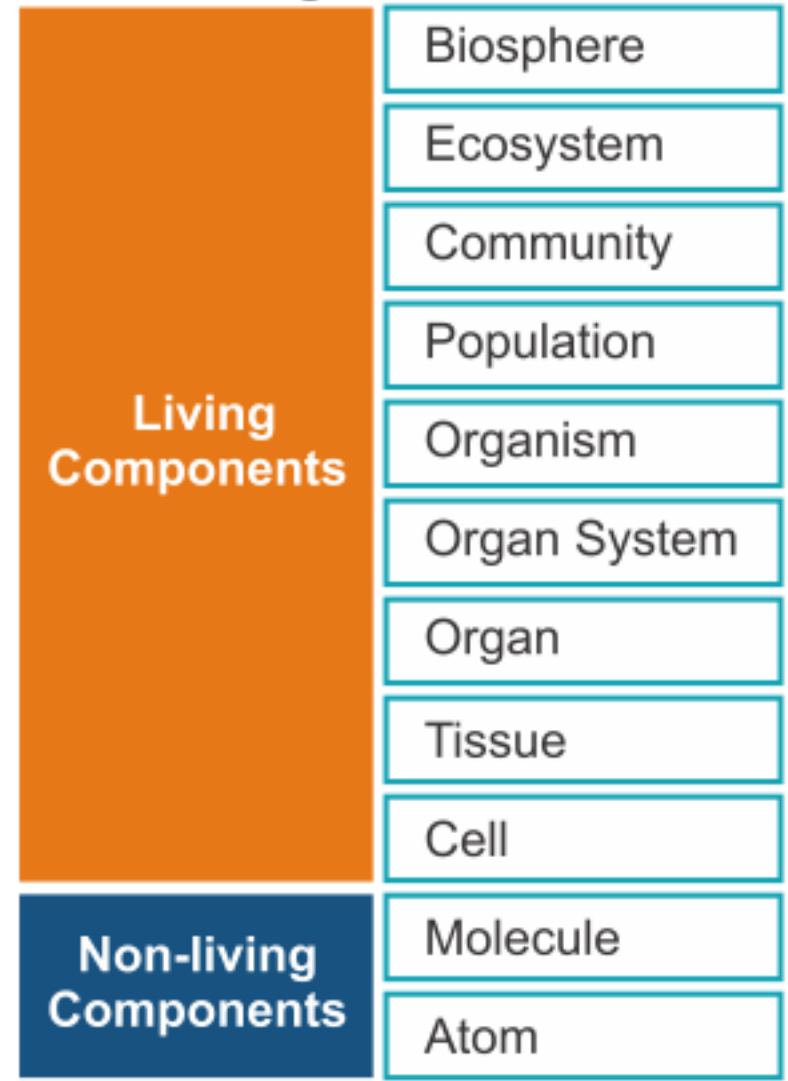


จุดมุ่งหมายของการศึกษาระบบนิเวศ

- เพื่อให้เข้าใจถึงเรื่องราวและปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศ
 - เพื่อความเข้าใจในการเป็นไป หรือเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตในการดำรงอยู่ในธรรมชาติ
 - เพื่อการวางแผนการทำกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ที่อาจจะส่งผลกระทบต่อนิเวศในอนาคต
-

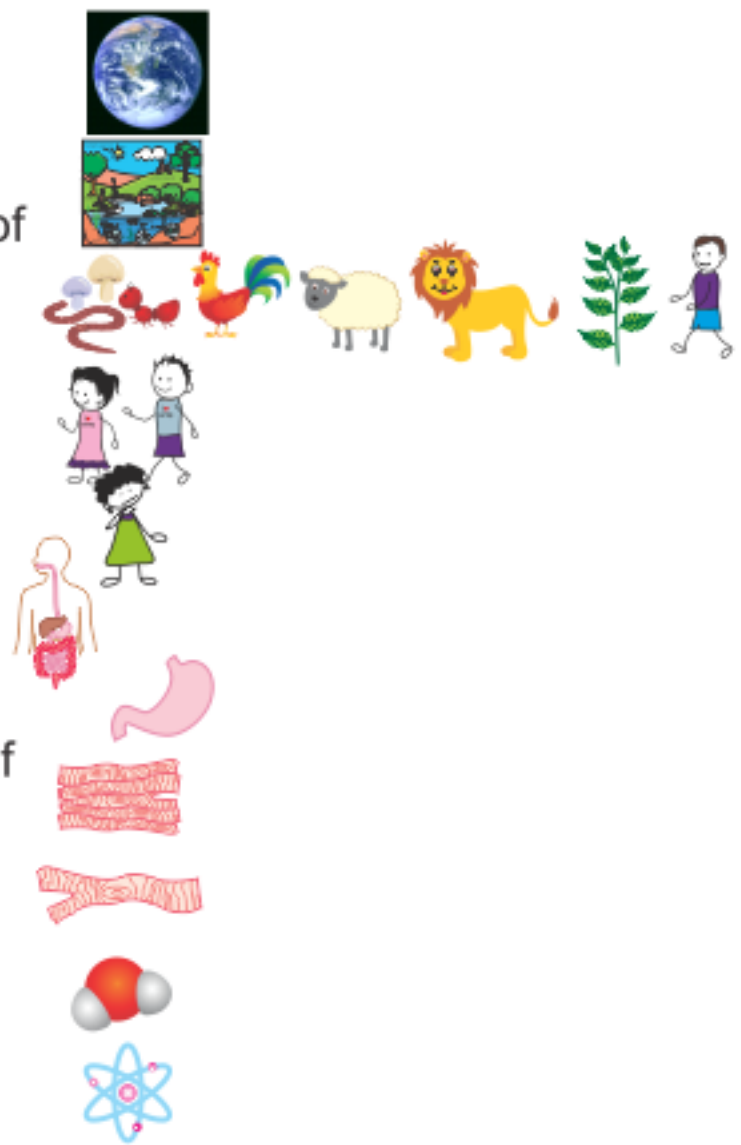
Organization in Living World

Levels of organization in individuals



Higher level of organization

Lower level of organization



wikimedia.commons; Author: NASA, Ultimate Roadgeek

Atomic and molecular levels

Molecules are made of atoms of elements like carbon, nitrogen, hydrogen, sulphur. These non-living things combine to form **protoplasm** which is living matter of cell.



Atom



Molecule

Cellular level

All living things are made up of cells. These are structural and functional unit of life.



Cell



Organelle

Tissue level

The cells organized to form tissue. A tissue is a group of cells which are similar in structure and a specific function.



Tissue



Organ

Organ level

Many tissues combine to form an organ, which performs a particular function.

Organ system level

Group of organs work together to perform life activities. e.g. the organs of digestive system work together to digest food.



Organ System



Organism

Organism level

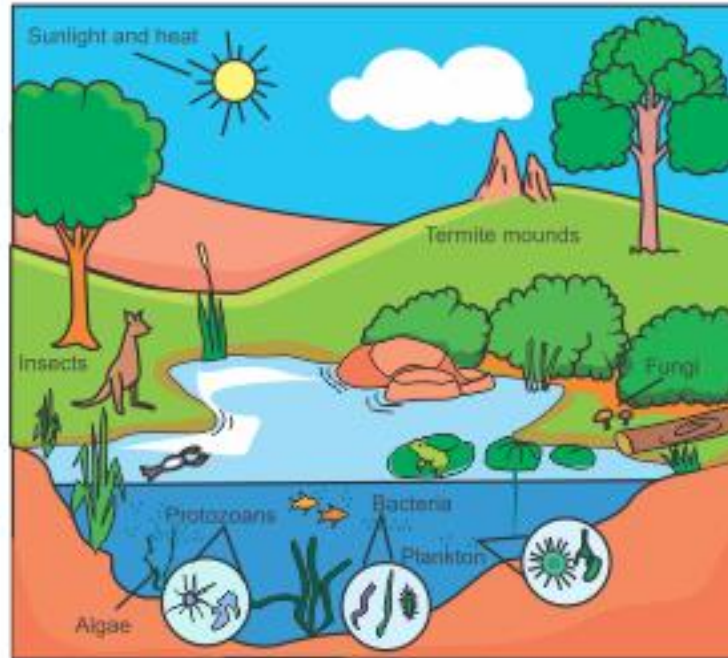
Several organ systems together to form a multicellular organism. The different organ systems work together to keep the organism alive.

Population : Group of organisms of the same species is called population.

Biosphere

Biosphere consists of the entire Earth where all ecosystems function.

Biosphere is surrounded by the hydrosphere, the lithosphere and the atmosphere.



Biotic community

It is made up of all the living organisms that share a common environment.

It includes producers, consumers, decomposers, scavengers.

Ecosystem

Several communities living together in a particular region, along with the physical environment form an ecosystem. It includes biotic and abiotic components.

E.g. pond, forest, dessert, grassland.

Ecosystem (ระบบนิเวศ)

ระบบหรือหน่วยทางนิเวศวิทยาที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตทั้งหมด และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นกับปัจจัยต่างๆ ทั้งทางกายภาพ และชีวภาพที่มีบทบาทต่อระบบนิเวศในบริเวณนั้นๆ

Ecosystem have living and nonliving components



ปัจจัยทางชีวภาพ

Biotic factors

ปัจจัยทางกายภาพ

Abiotic factors

Ecosystem components



1. Autotrophs

2. Heterotrophs

2.1 primary consumers

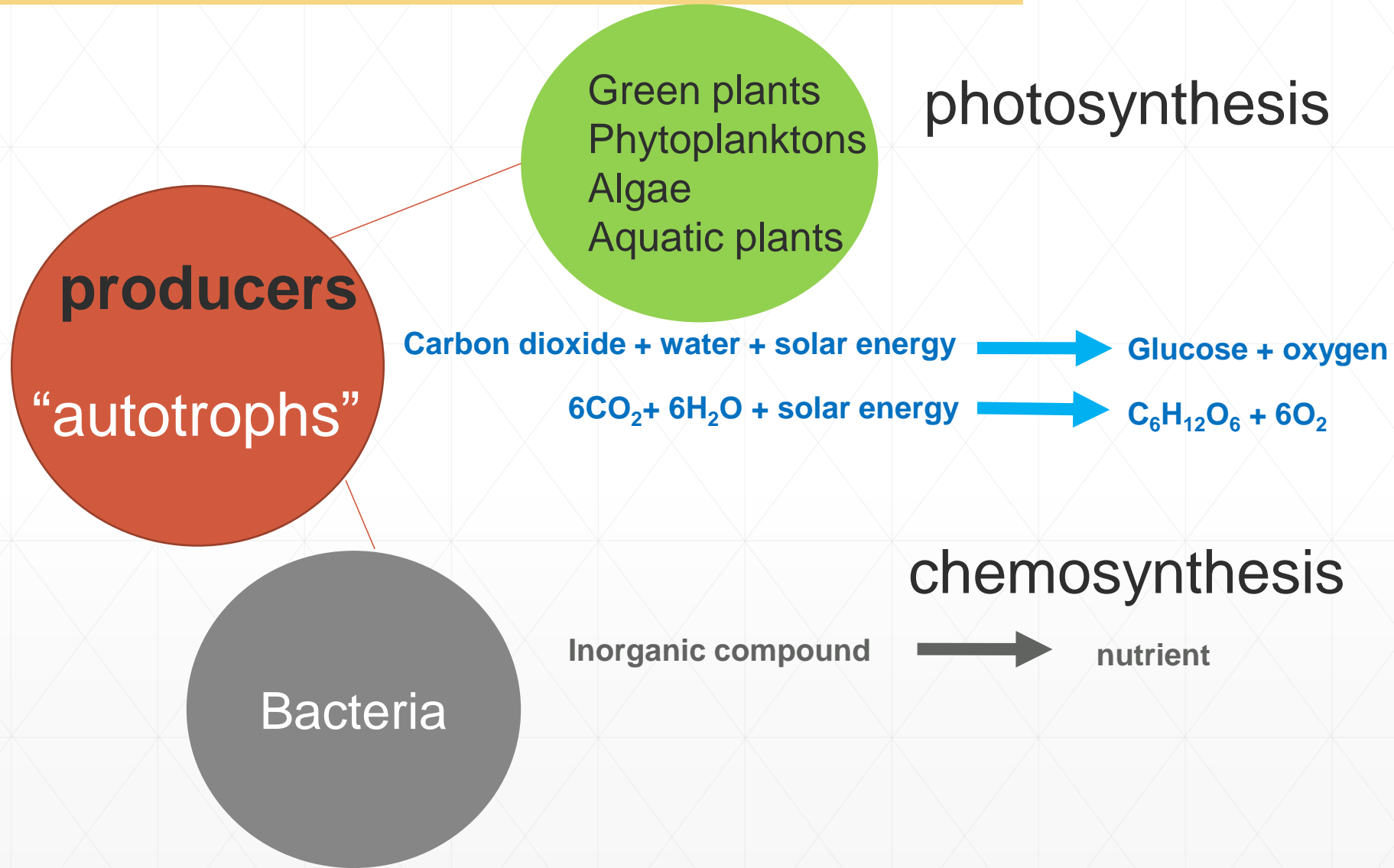
“herbivores”

2.2 secondary consumers

“carnivores, omnivores”

3. Decomposers

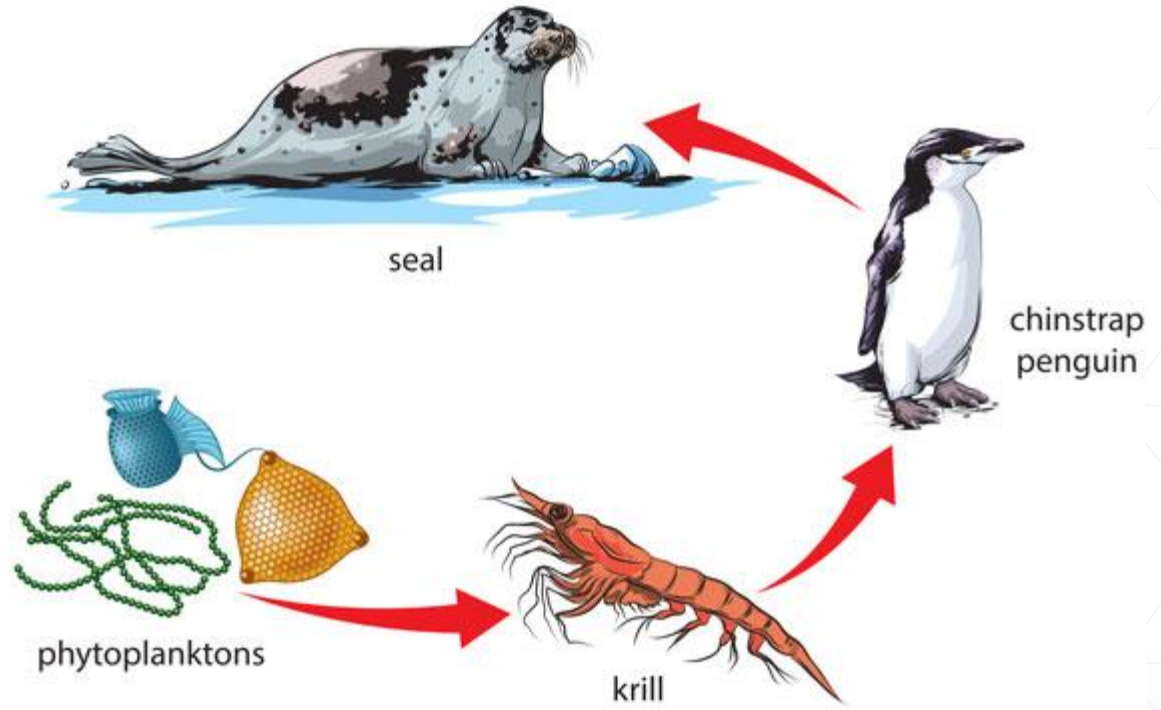
Feeding level or trophic level



Feeding level or trophic level

producers
“autotrophs”

Consumers
“heterotrophs”



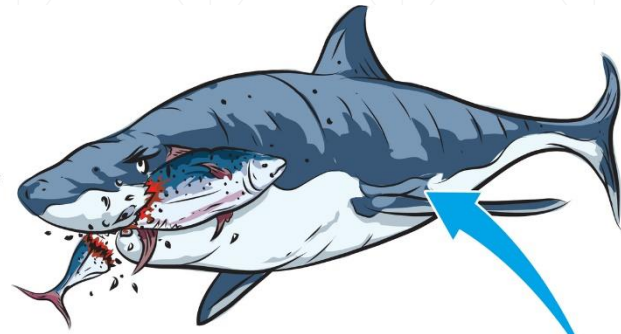
- Bacteria
- Fungi

Decomposers

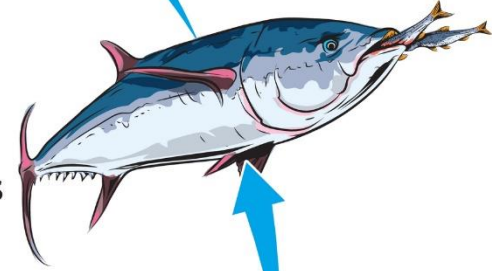
Consumers
“heterotrophs”

producers
“autotrophs”

QUATERNARY
CONSUMERS



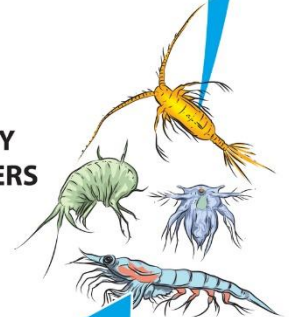
TERTIARY
CONSUMERS



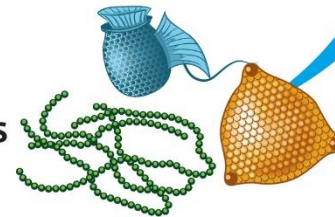
SECONDARY
CONSUMERS



PRIMARY
CONSUMERS



PRIMARY
PRODUCERS



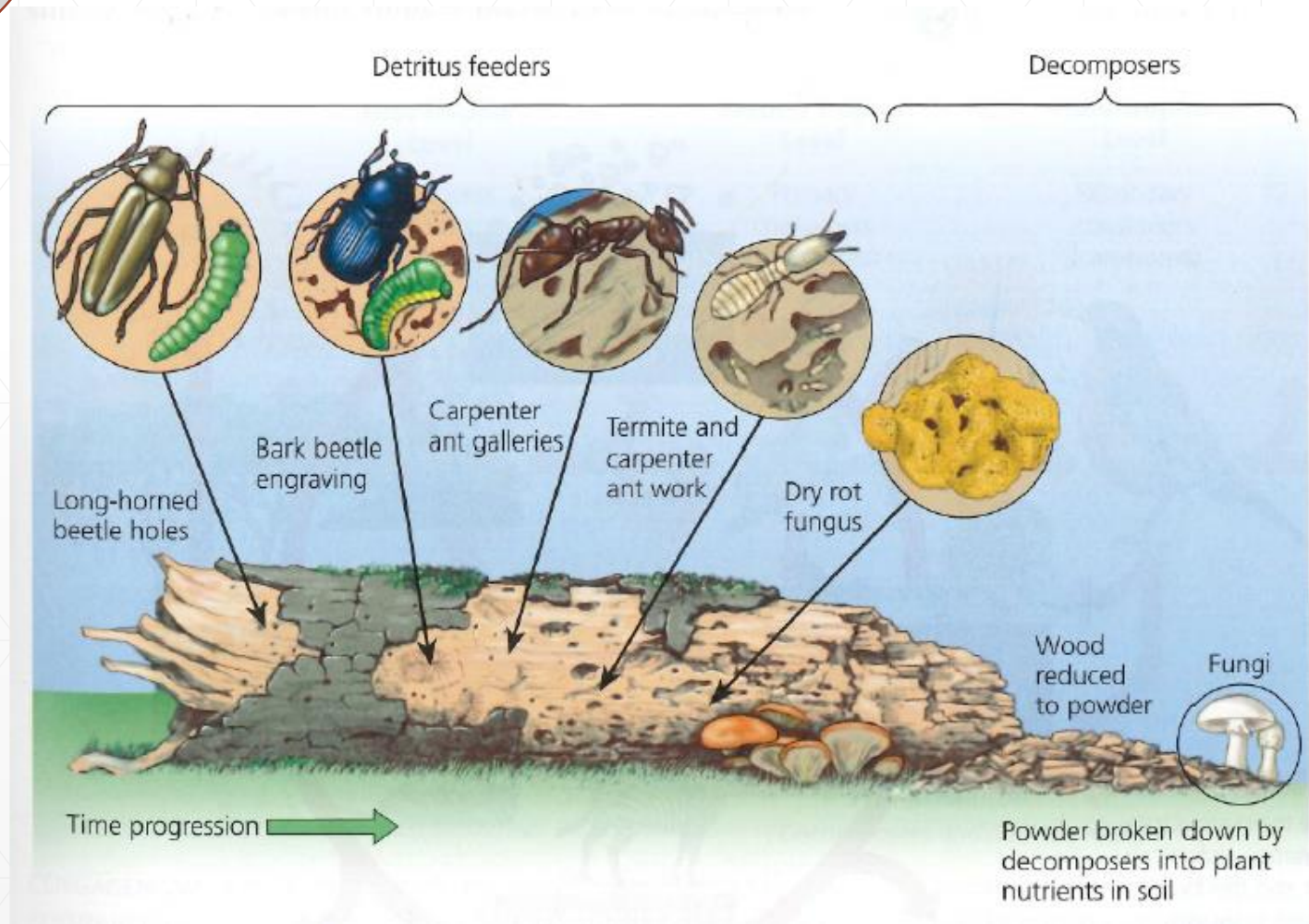
Decomposers

- Bacteria
- Fungi

Detritus feeders “detritivores”/ scavenger

พวกกินซาก

ต.ย. แมลงบางชนิด, ไส้เดือน

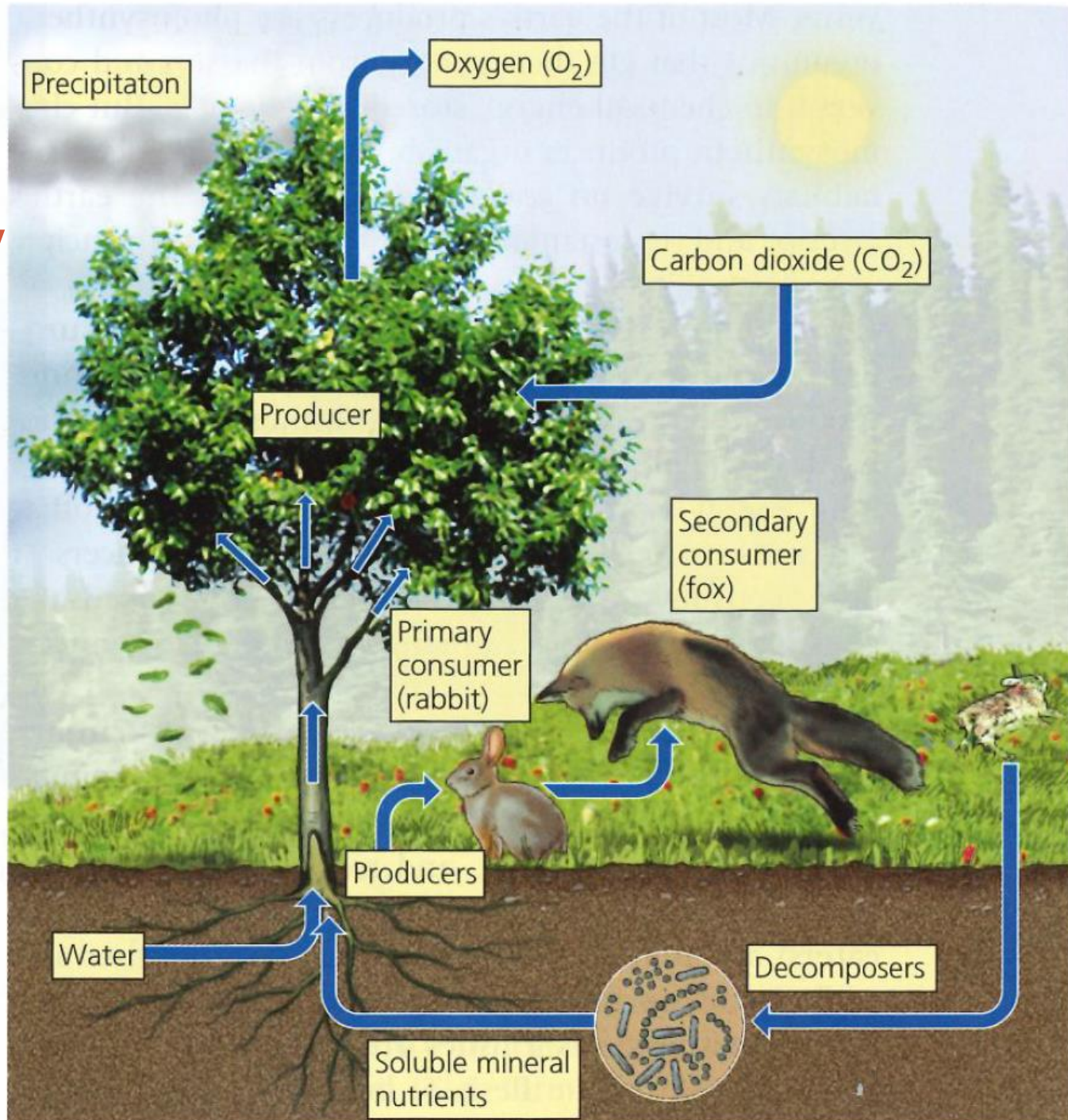


Principle of sustainability

1. energy

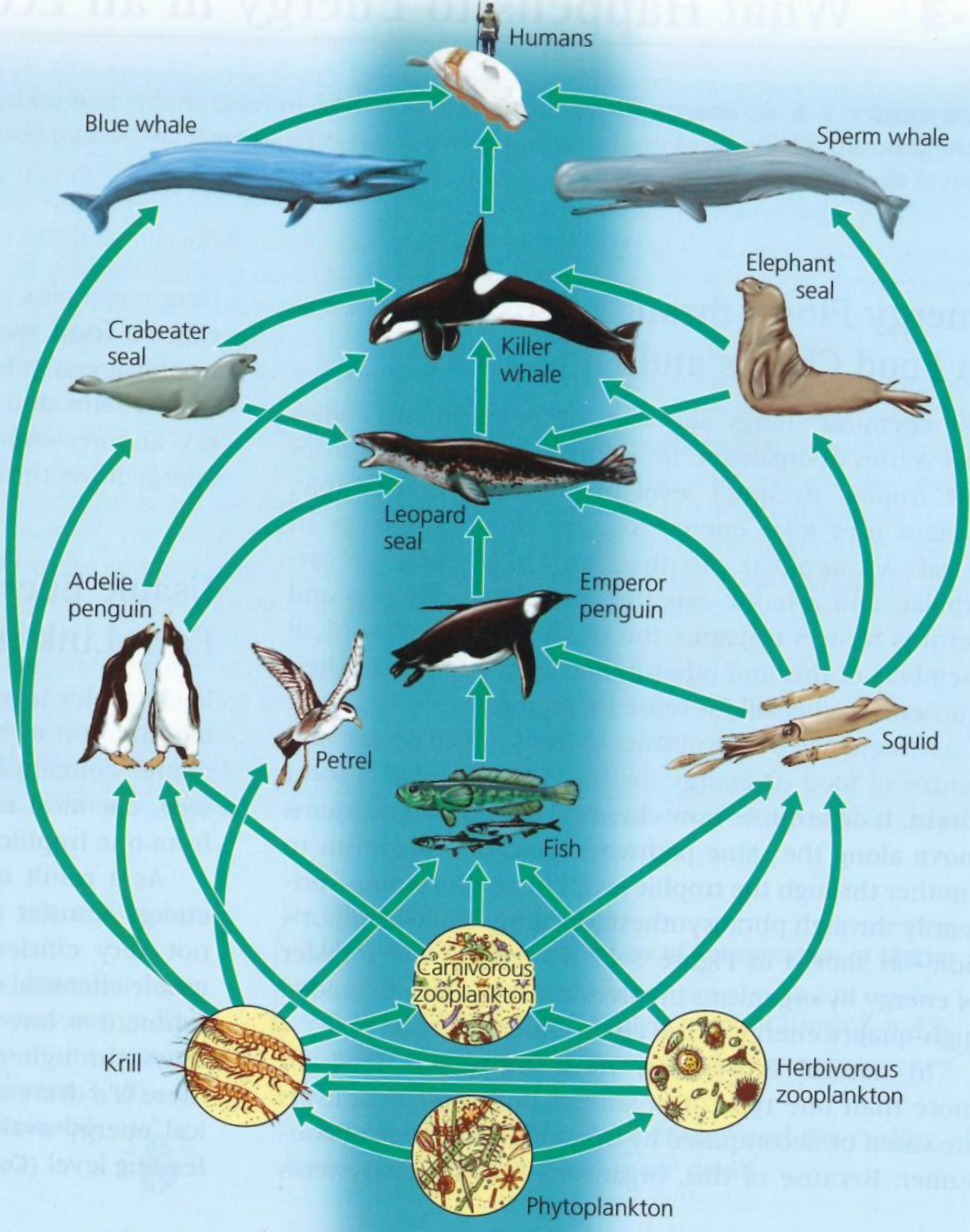
2. chemical

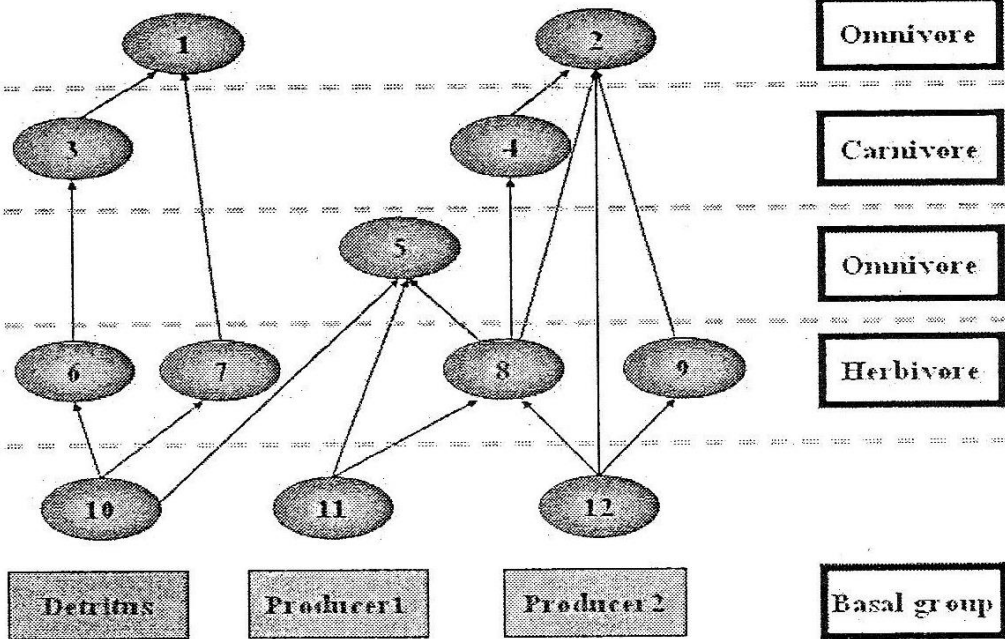
3. organism



Energy flows through ecosystems in food chains and food webs

Chemical energy stored as nutrients in the bodies and waste of organisms flows through ecosystems from one trophic (feeding) level to another.



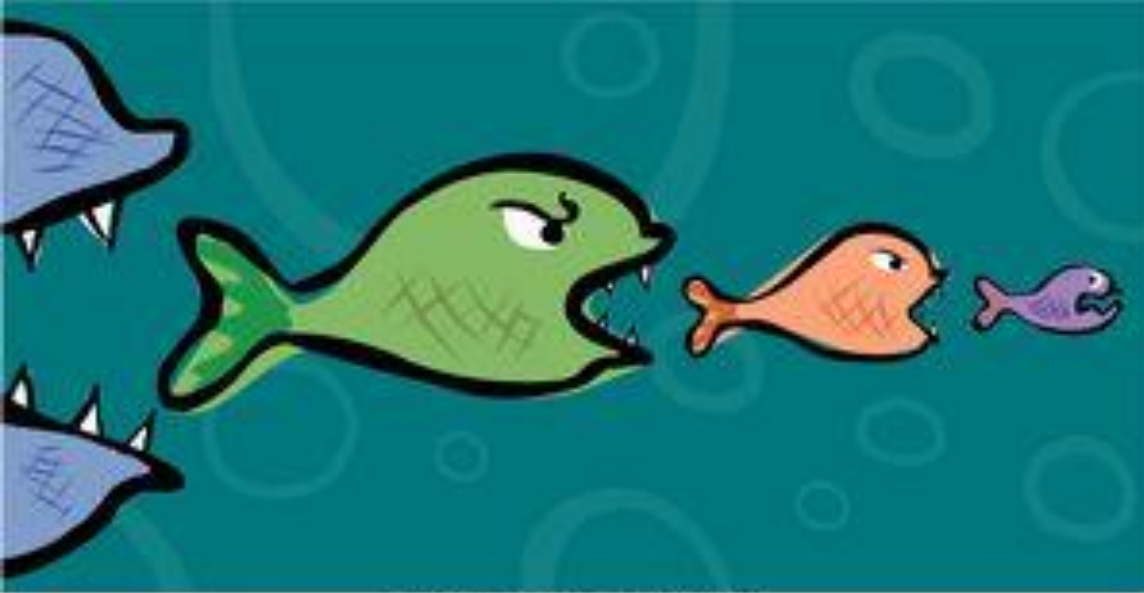


Number of trophic group

=

จำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตที่พบ
ในระบบ

Energy flow
→ one-way
direction



In food web or chain, chemical energy stored in **biomass** is transferred from one trophic level to another

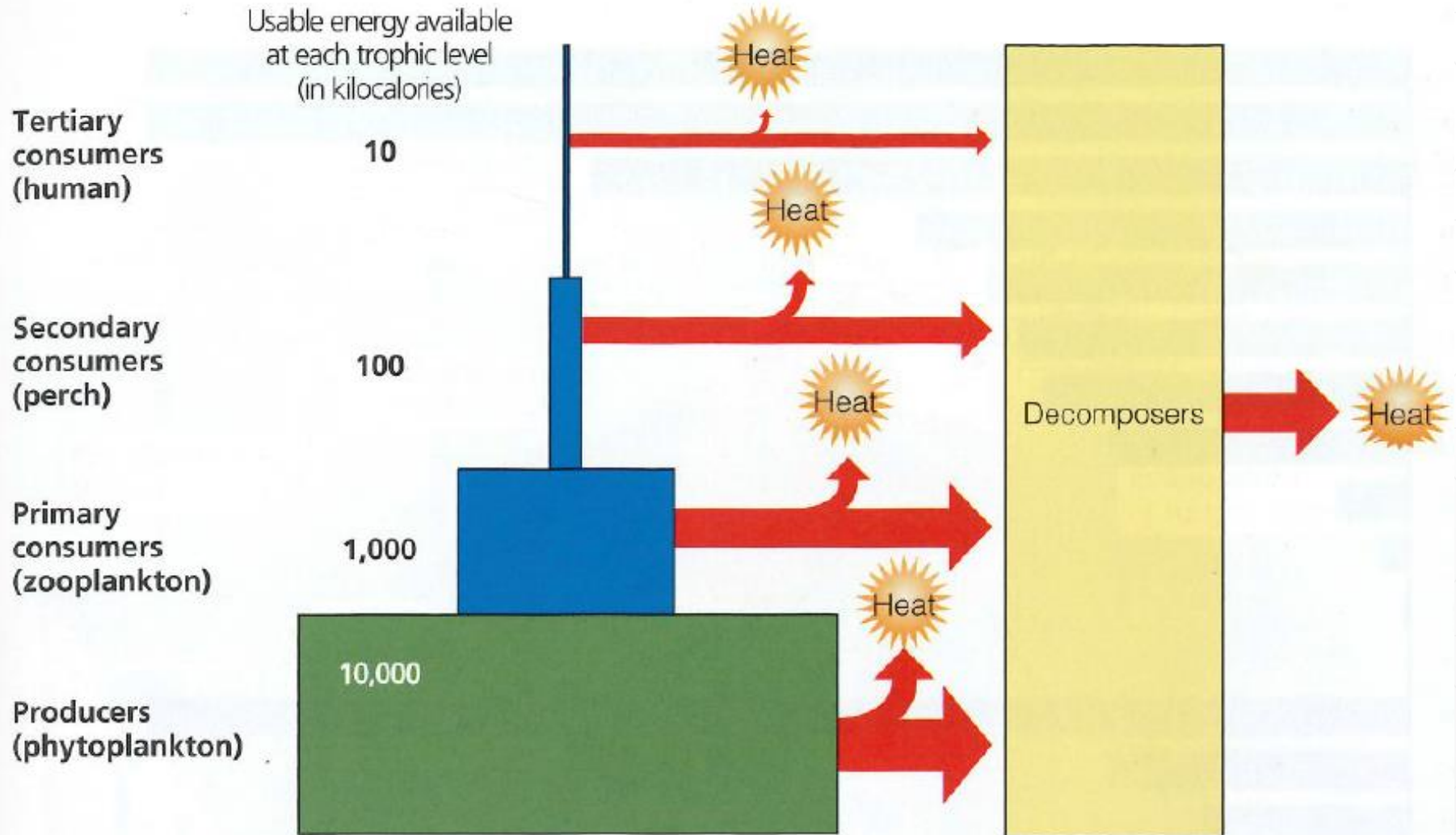
Usable energy decrease with each link in a food chain or food web

Pyramid of energy flow

Energy loss assuming a 90% in each transfer.

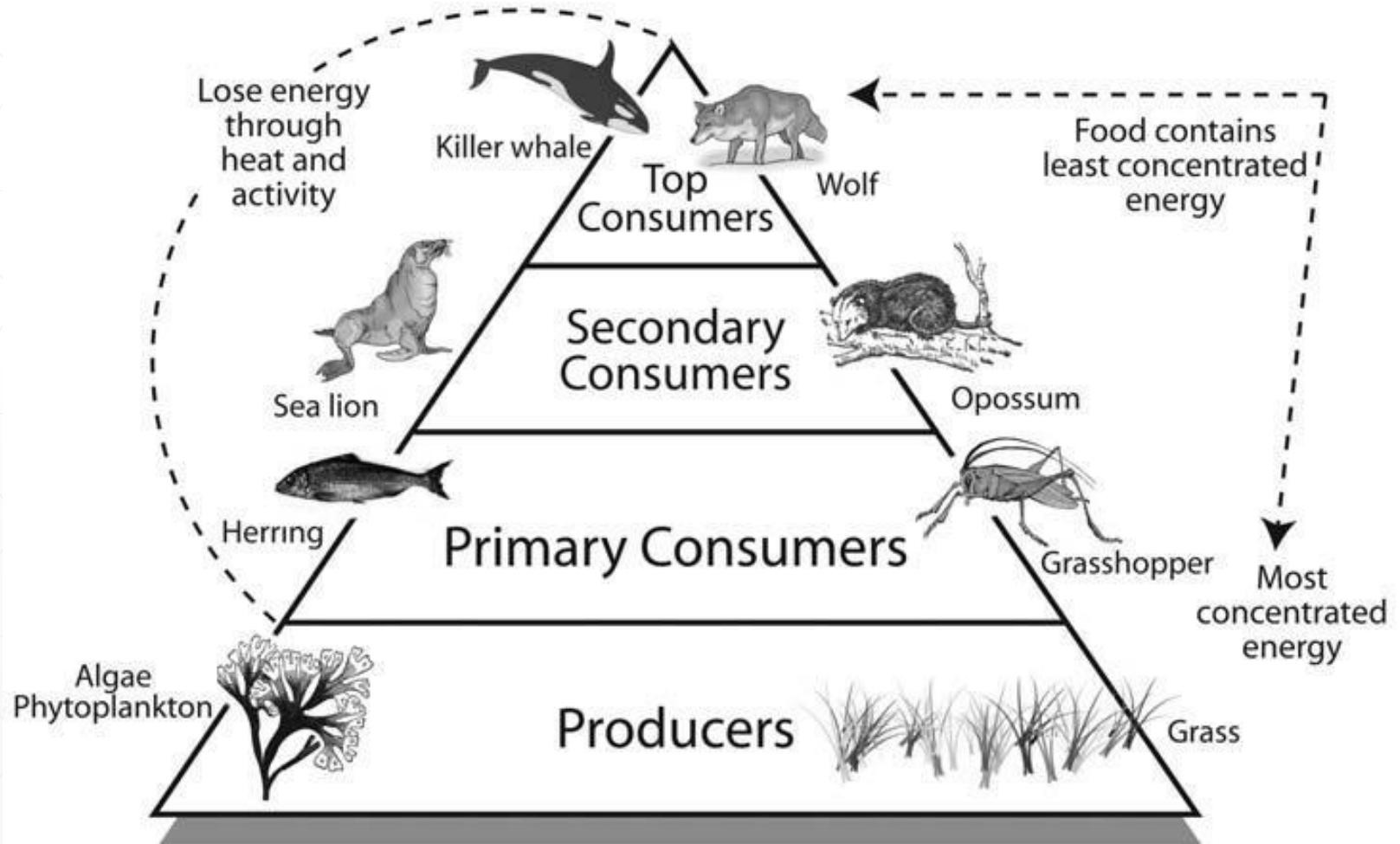
Law of Thermodynamic

Some usable chemical energy is degraded and lose to the environment as low-quality heat.



Pyramid of food web

โครงสร้างของสังคมชีวิต: ชนิด และ ความหนาแน่นขององค์ประกอบ สะท้อน
ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในเชิงการถ่ายทอดพลังงานผ่านการกินกันเป็นทอด ๆ



ค่าชี้วัดผลผลิตทางชีวภาพในระบบนิเวศ

Gross primary productivity (GPP)

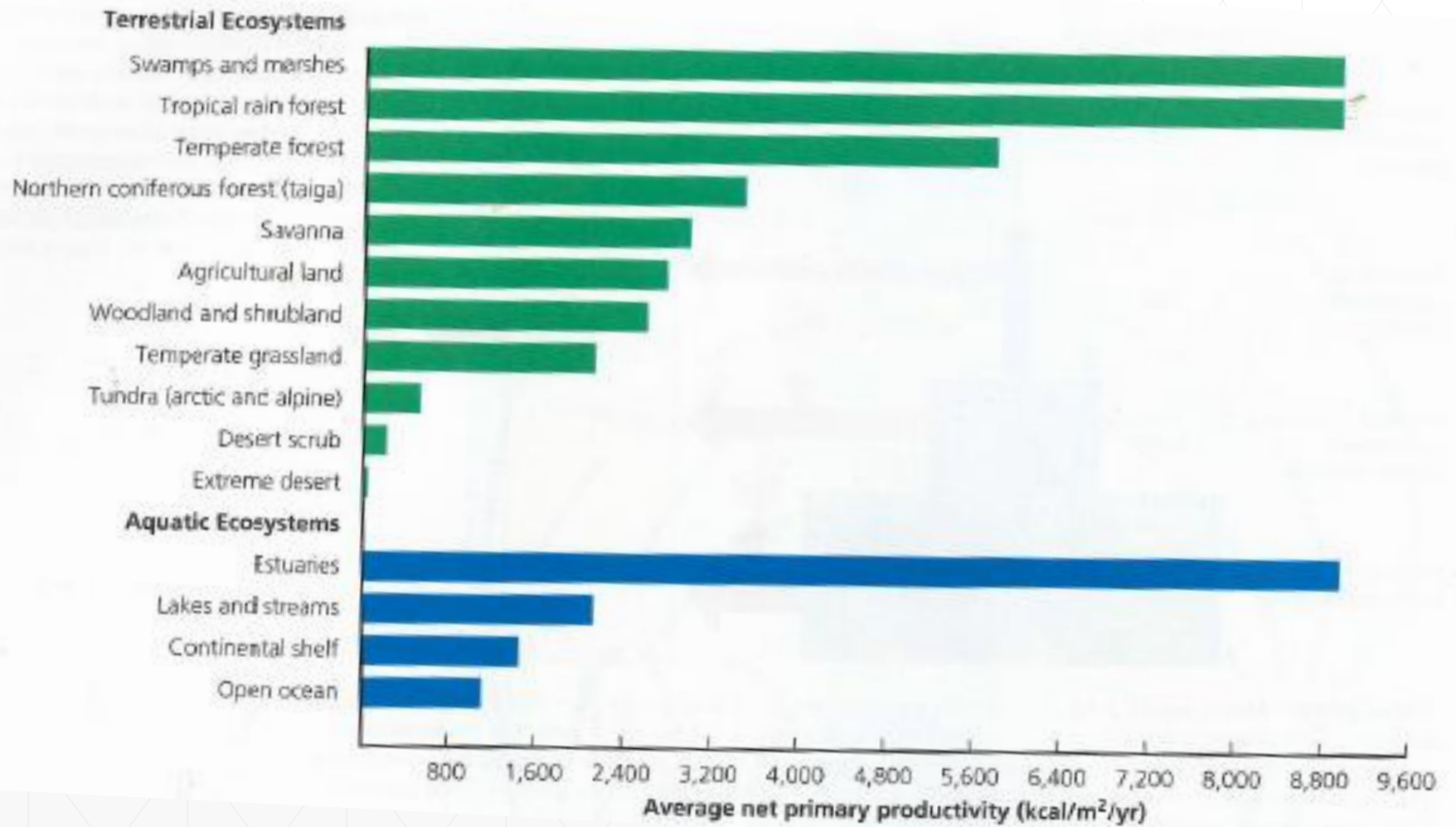
is the rate at which an ecosystem's producers convert solar energy into chemical energy in the form of biomass found in the tissue.

Net primary productivity (NPP)

is the rate at which producers use photosynthesis to produce and store chemical energy – the rate at which they use some of this stored chemical energy through aerobic respiration.

Primary productivity

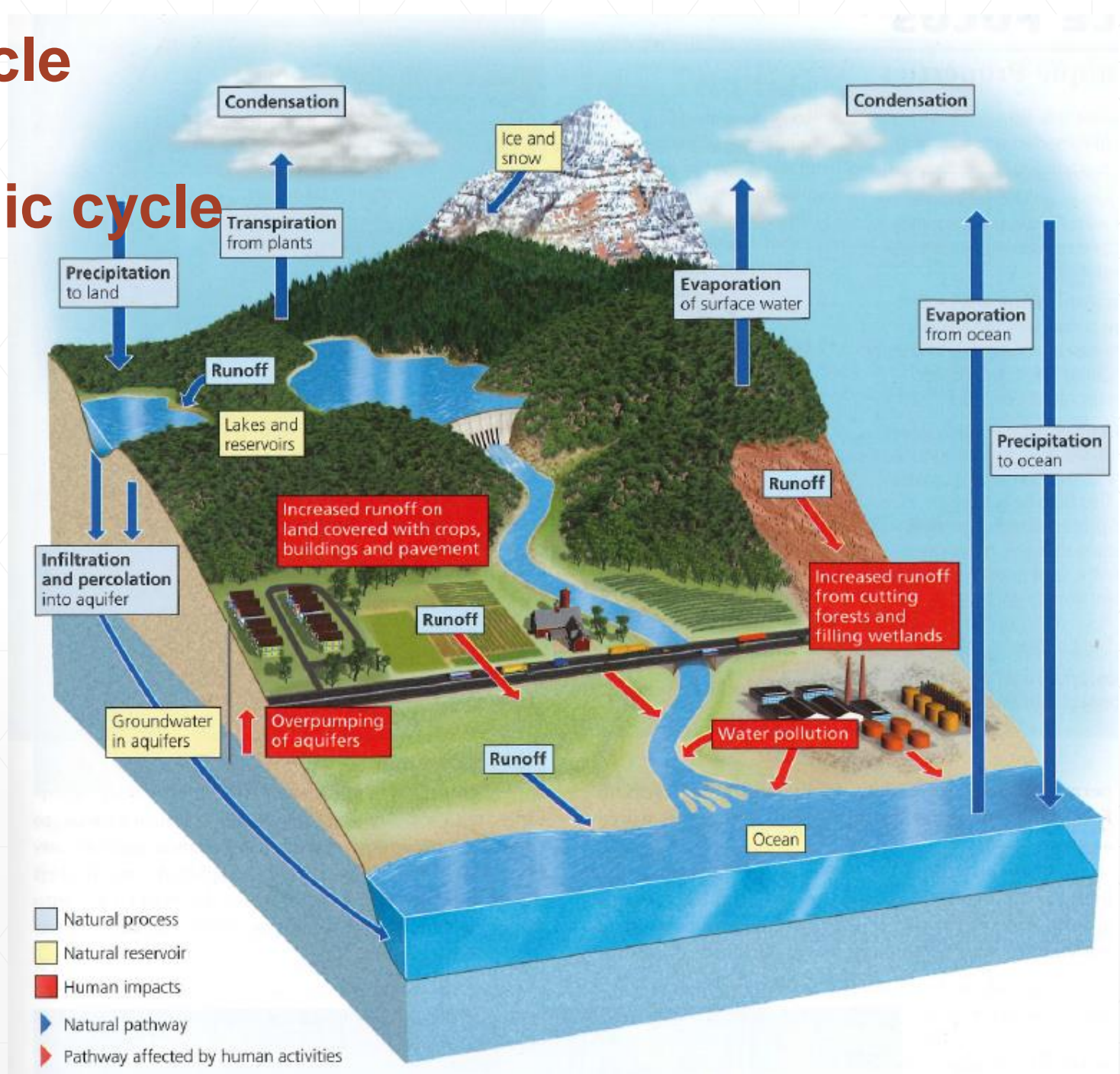
all production



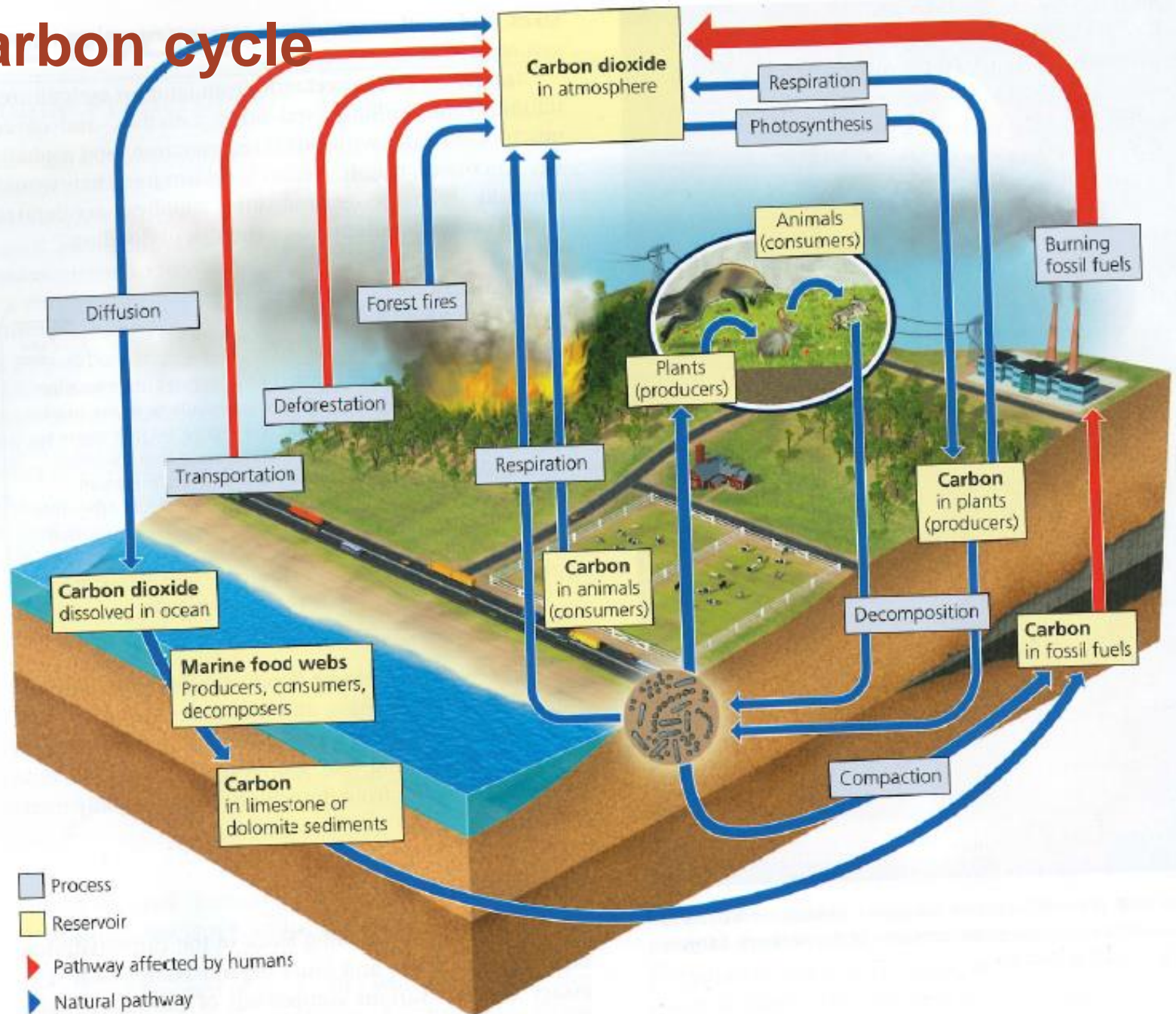
Nutrients cycle within and among ecosystems

Nutrient cycle driven directly or indirectly by increasing solar energy and the earth's gravity, include water, carbon, nitrogen, phosphorus, and sulfur cycles

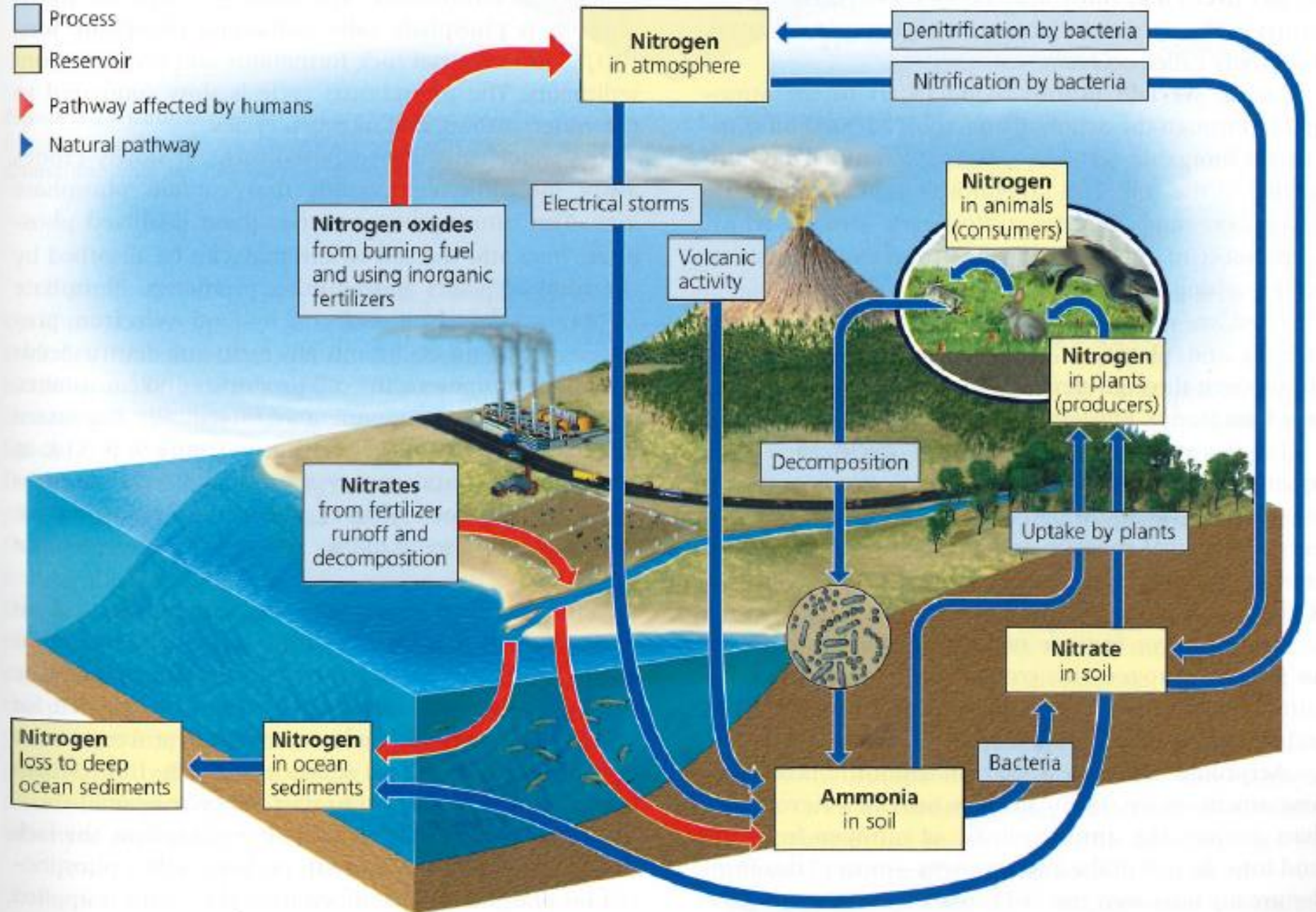
Water cycle or Hydrologic cycle



The carbon cycle

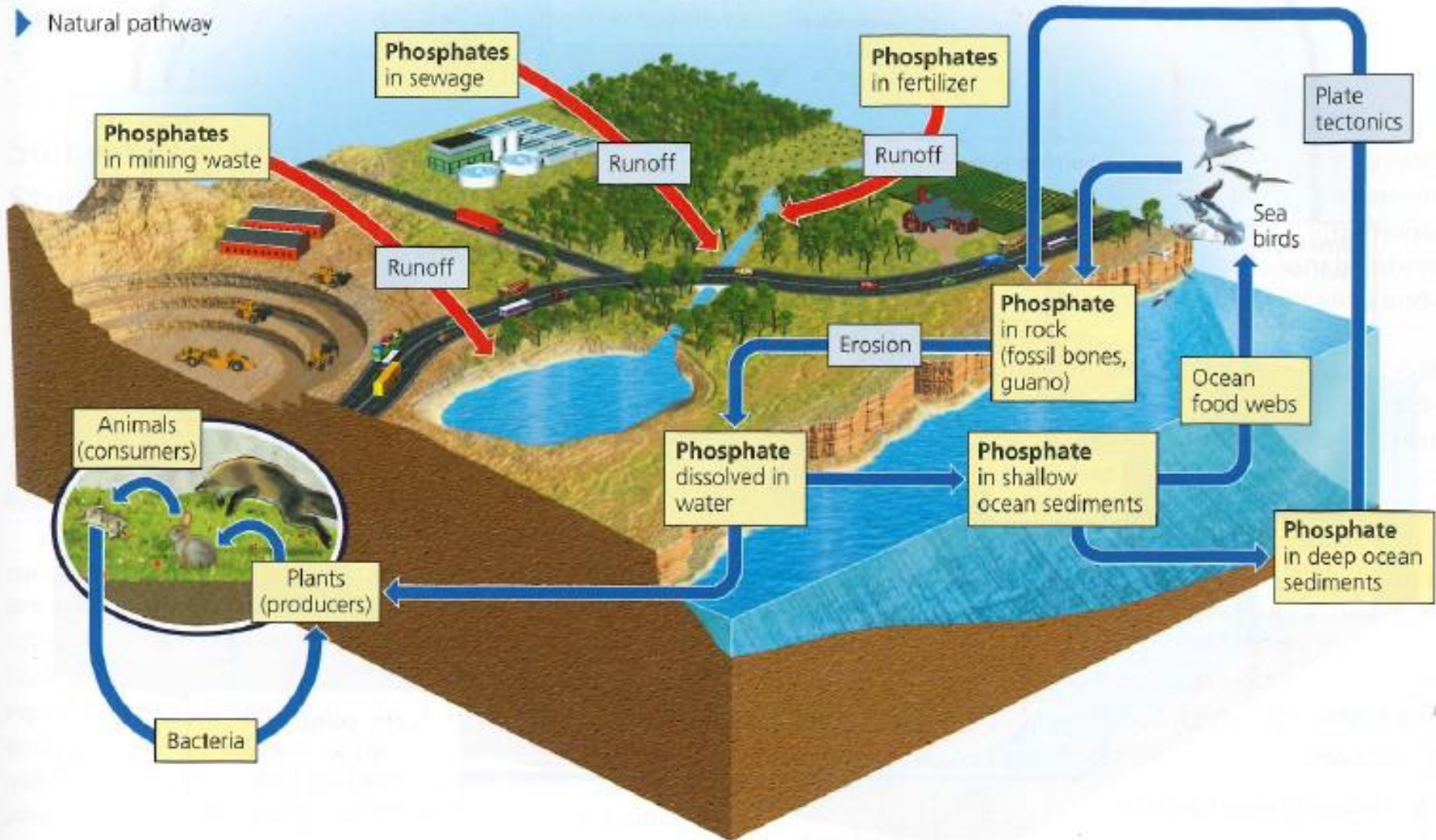


The Nitrogen cycle

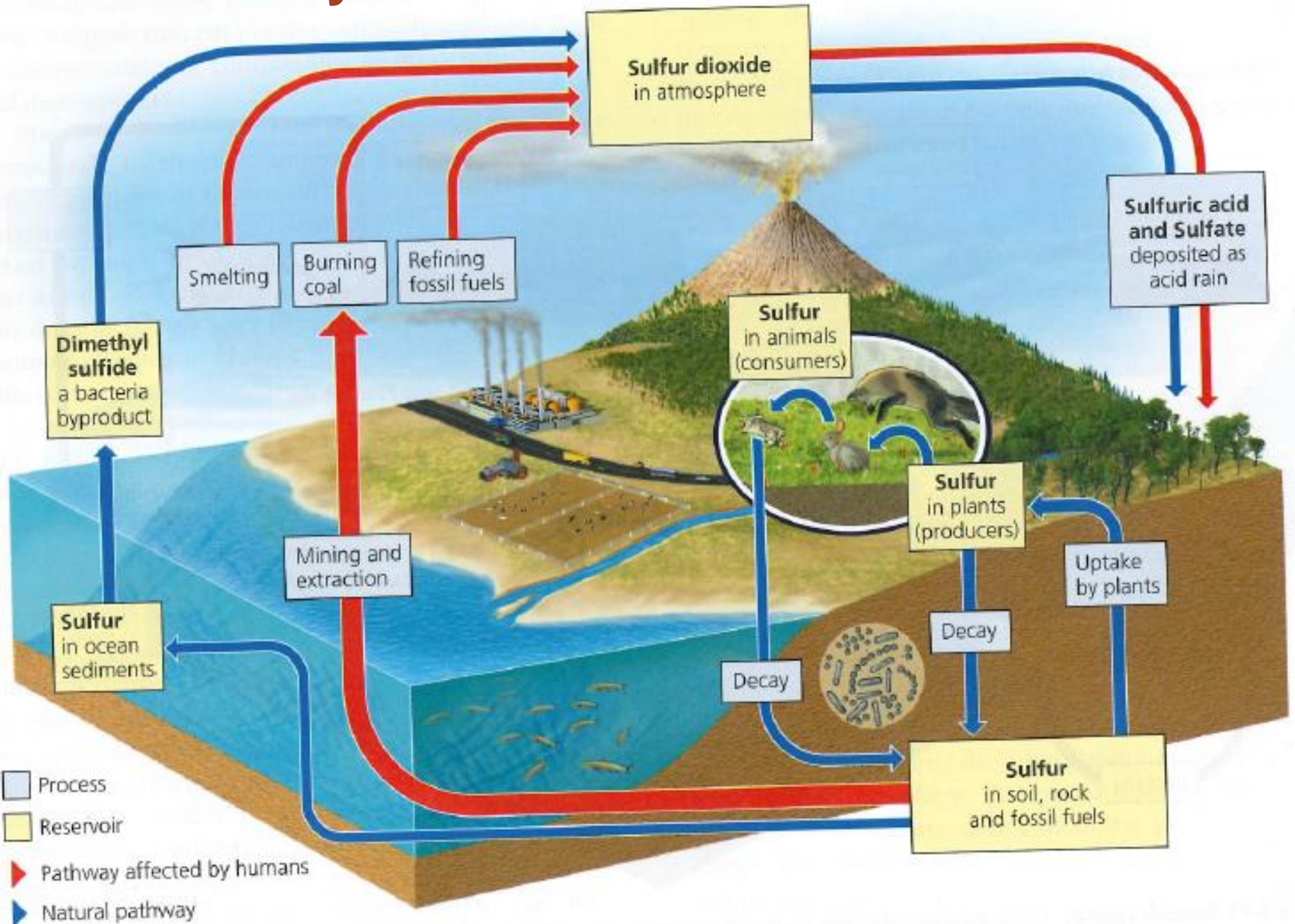


The Phosphorus cycle

- Process
- Reservoir
- Pathway affected by humans
- Natural pathway



The Sulfur cycle



กลไกการควบคุมระบบชีวิต

- ระบบชีวิตทุกระดับมีความสามารถในการรักษา

สภาวะปกติ (Homeostasis)

เข้า > ออก = ระบบมีการเจริญเติบโตและพัฒนา

เข้า < ออก = ระบบมีการเสื่อมสลายตามกาลเวลา

เข้า = ออก = สมดุล รักษาสภาวะปกติได้

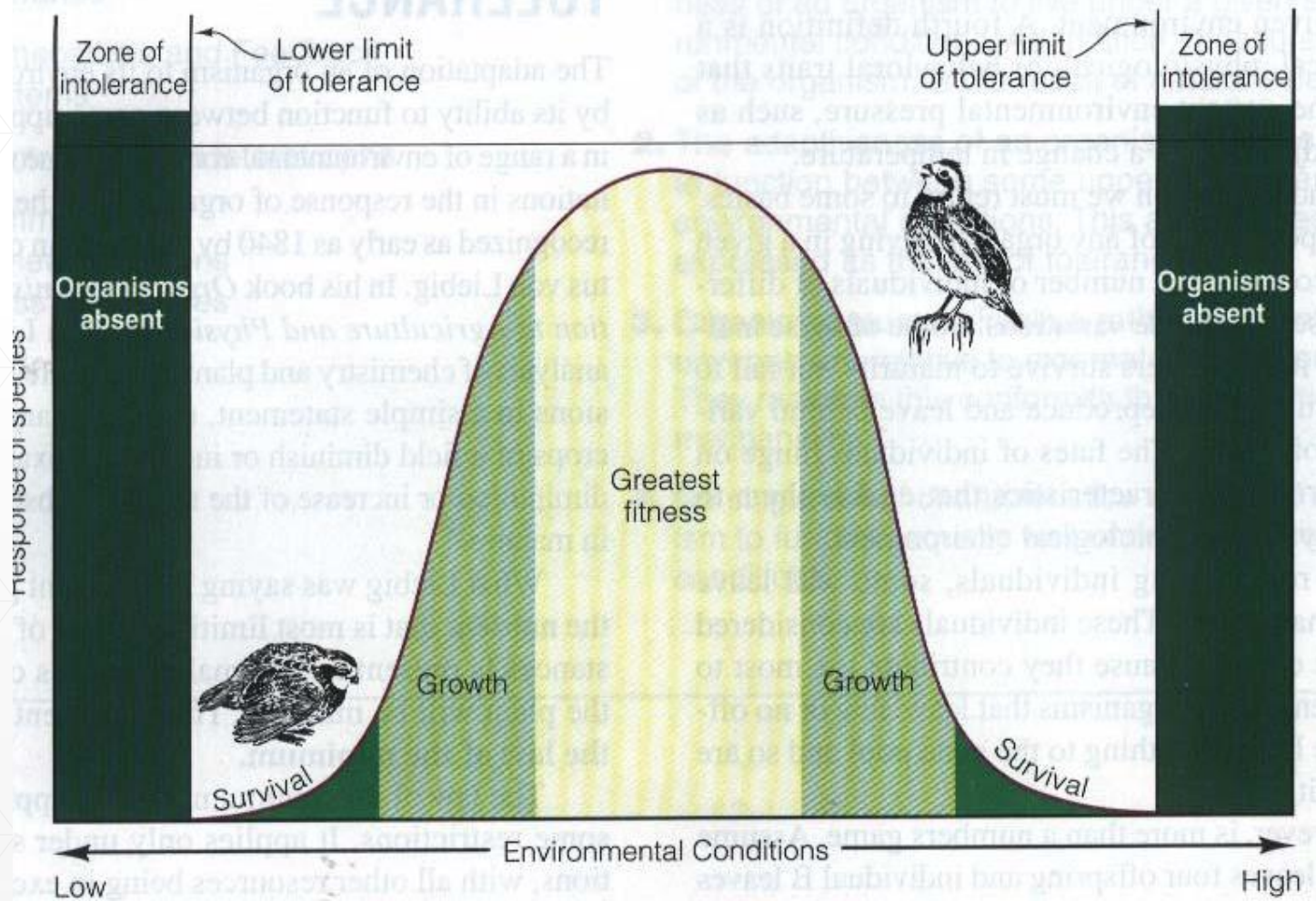
กลไกการควบคุม แบ่งออกเป็น 2 แบบ

1. กลไกการควบคุมจากสถานะแวดล้อม
limitation factor หรือ ปัจจัยจำกัด
2. การควบคุมโดยอาศัยการจัดการภายในระบบนิเวศ
Bottom-up Top-down control

Limiting factors

Factors that cause the growth of population to decrease

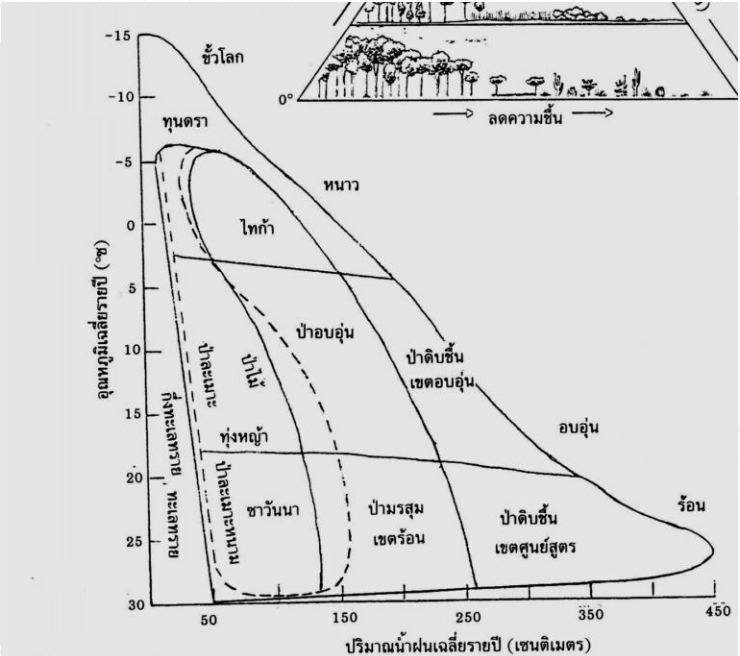
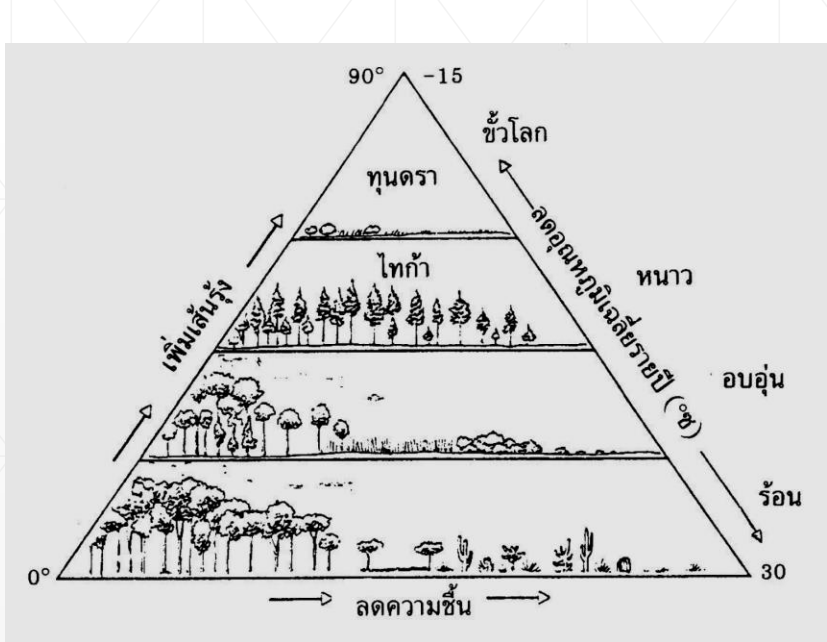
สภาพแวดล้อมทางกายภาพ และ ชีวภาพที่ต่างกัน เป็นปัจจัยที่จำกัดการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต



Limiting factors

- Liebig's law of minimum
- Shelfords' law of the tolerance

(การกระจายและการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในที่ต่างๆ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ ต่อสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ คือ ถ้ามีไม่ครบ มีมากไป หรือ มีน้อยไป ก็อยู่ไม่ได้ หรือไม่เจริญ หรือไม่ขยายพันธุ์)



ทำให้มีการกระจายพืชพันธุ์ และ สิ่งมีชีวิตที่ต่างกัน ส่งผลให้มีระบบนิเวศต่าง ๆ ที่แตกต่างกันตามที่ตั้งของพื้นที่ของโลก ตามความห่างจากเส้นศูนย์สูตร และความสูงจากระดับน้ำทะเล อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน แหล่งที่มา : Whittaker (1975)

Which Energy Flows in Marine Ecosystems? Who is controlling Whom?

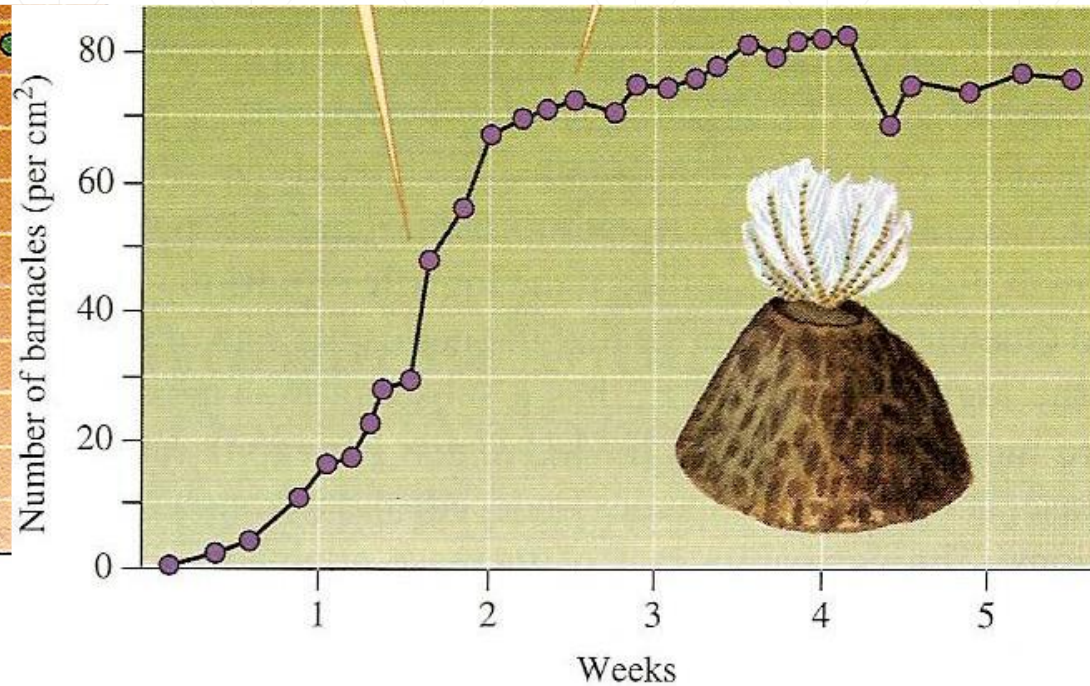
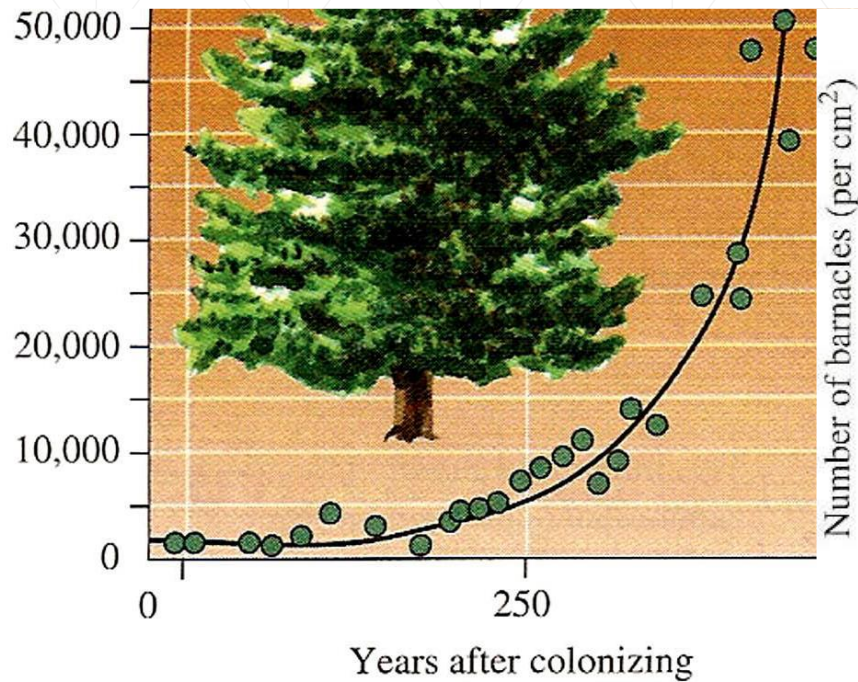


สรุปปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่สำคัญที่เป็นปัจจัยจำกัด

- อุณหภูมิ (ร้อน หรือ เย็นเกินไป)
- ความชื้น (น้อย หรือ มากเกินไป)
- แสง (ขึ้นกับ ความเข้มของแสง คุณภาพของแสง และ ระยะเวลาที่มีแสง)
- ดินและสารอาหาร (ชนิดและปริมาณ ของดิน และ สารอาหารในดิน ที่ไม่เหมาะสม)
- อากาศ (ขึ้นกับชนิด และ ปริมาณอากาศที่สิ่งมีชีวิตต้องการ)
- ไฟ (ความถี่ และ ความรุนแรงของการเผาไหม้) หรือ การรบกวนอื่น ๆ เป็นระยะ

Population growth

- Exponential Growth and Geometric Growth – **J- shaped growth form**
- Logistic growth - **sigmoid growth form**



Exponential growth:

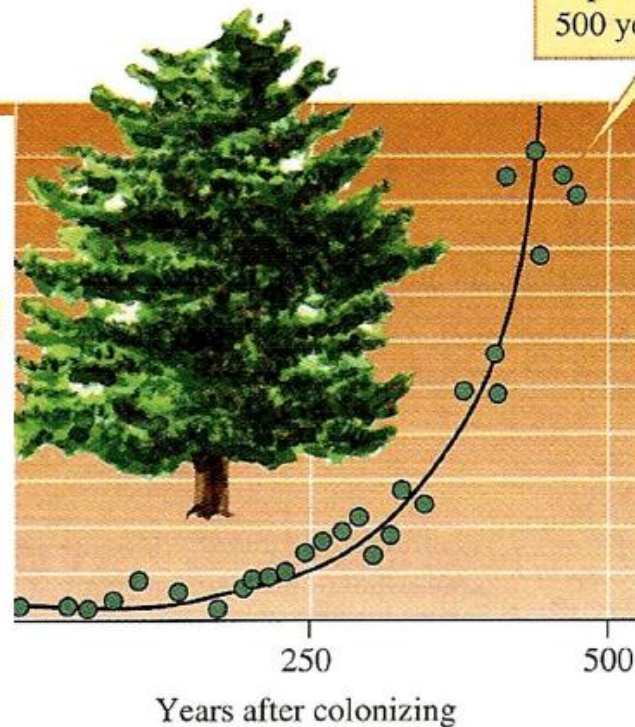
Continuous

$$N(t) = N(0) e^{rt}$$

Pollen accumulation rate in lake sediments can be used as an index of population size.

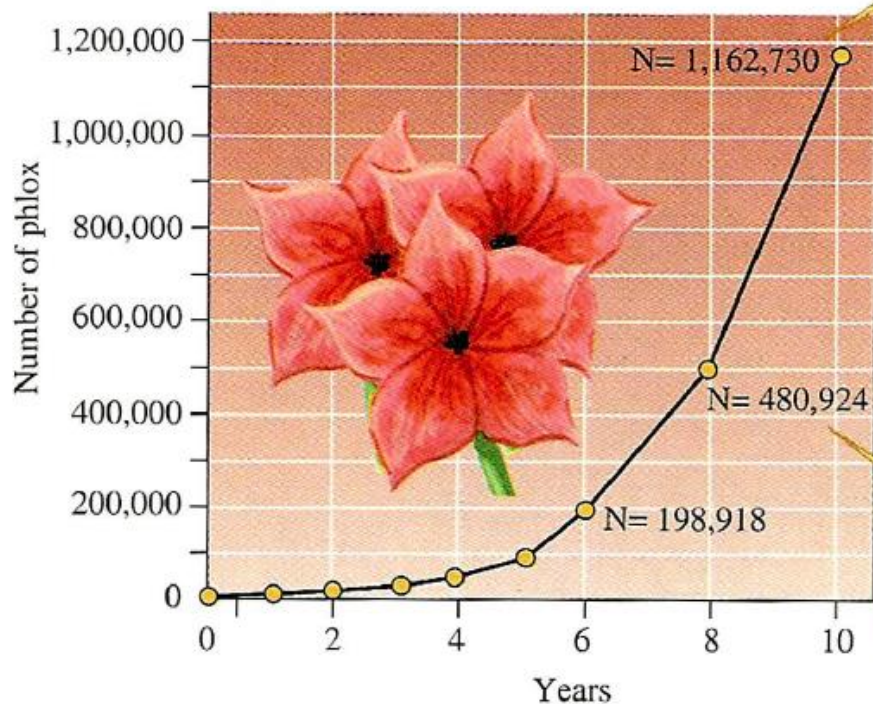
Pollen in lake sediments indicates that Scotch pine colonized the Norfolk region of Great Britain about 9,500 years ago.

Following colonization, the Scotch pine population grew exponentially for 500 years.



Growing geometrically, the number of phlox at any point in time can be determined using $N_t = N_0 \lambda^t$ or by multiplying the previous population size by $\lambda = 2.4177$.

$$2.4177 \times 480,924 = 1,162,730$$



$$2.4177 \times 198,918 = 480,924$$

Geometric growth:

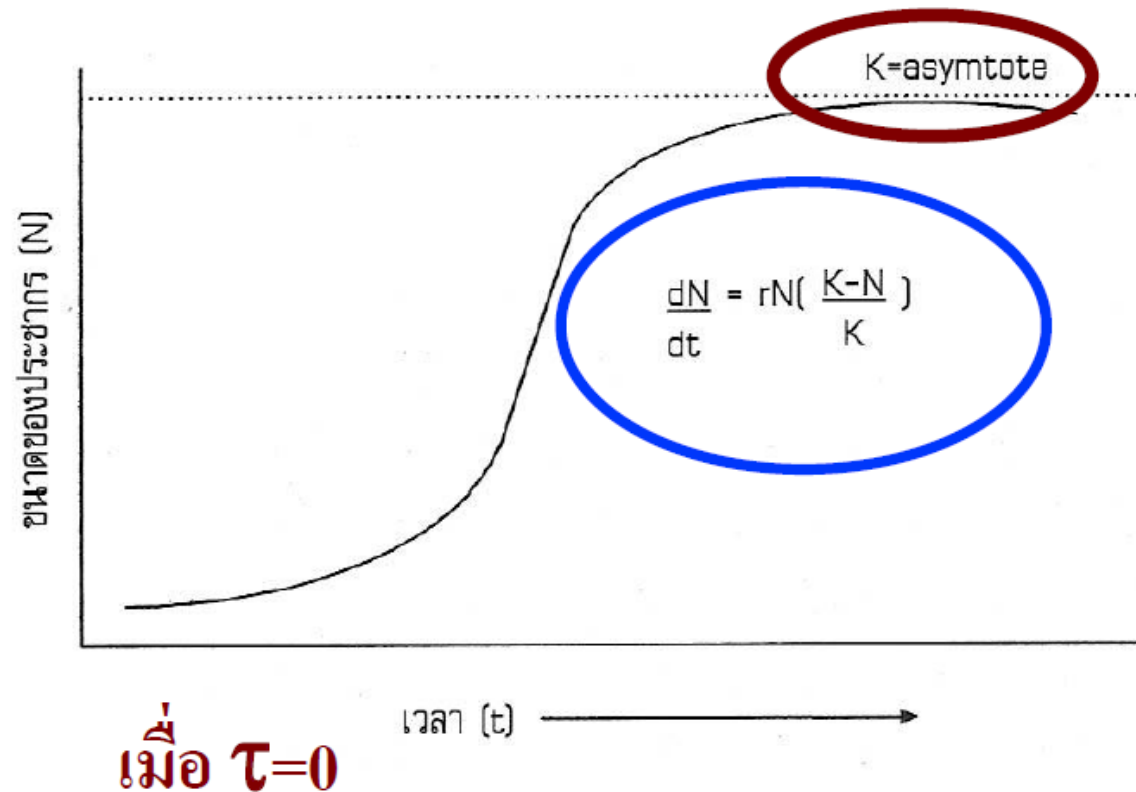
Discrete

$$N_t = \lambda^t N_0 \text{ หรือ } N_{t+1} = \lambda N_t$$

Population growth

- **Logistic growth**

- มักมีแรงต้านการเพิ่มประชากรเมื่อประชากรมากขึ้น เข้าใกล้ carrying capacity (K)



$$\frac{dN}{dt} = rN(t) \{1 - N(t-\tau)/K\}$$

- บางประชากรมีการตอบสนองของอัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรล่าช้ากว่าการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม: time lag

Immigration rate +

Natality –

Population density

Emigration rate -

Mortality การตาย -

ความหนาแน่นของประชากร = $\frac{\text{จำนวนสิ่งมีชีวิตแต่ละหน่วย}}{\text{พื้นที่ (หรือ ปริมาตร)}}$



Natality การเกิด
Bird rate

+

Population density

Age structure & sex ratio

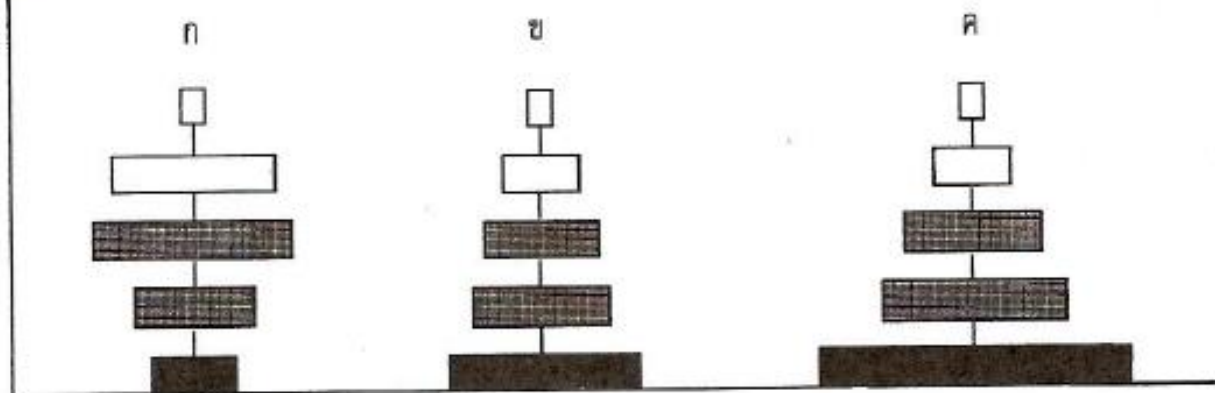
Dead rate

-

Mortality การตาย



กลุ่มอายุต่าง ๆ (ปี)



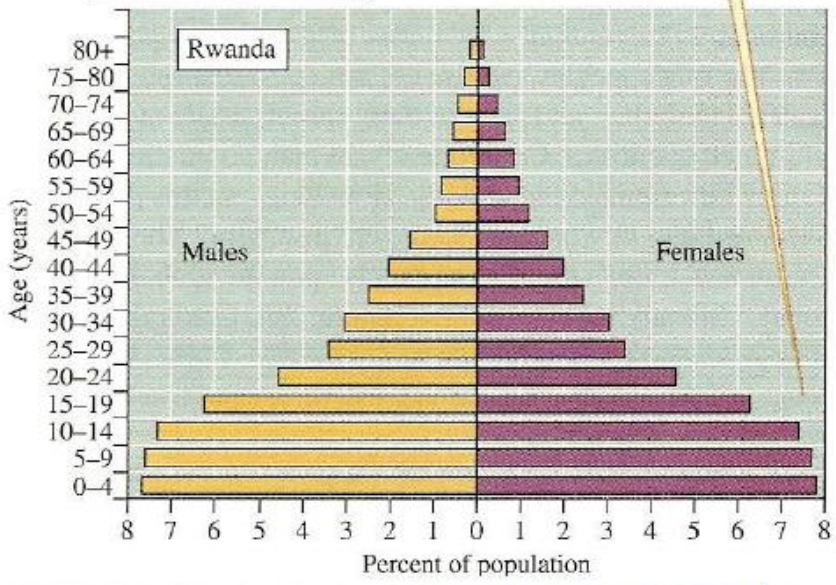
■ ก่อนวัยเจริญพันธุ์

■ วัยเจริญพันธุ์

□ หลังวัยเจริญพันธุ์

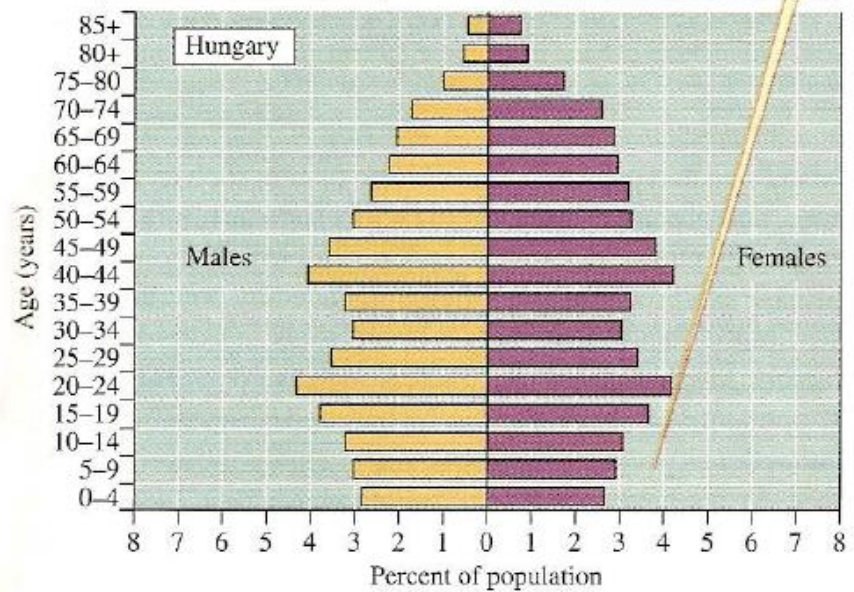
$b = \text{birthrate} = 0.039$
 $d = \text{death rate} = 0.021$
 $b - d = r = 0.018$

Rwanda's age distribution
 and high r indicate a rapidly
 growing population.



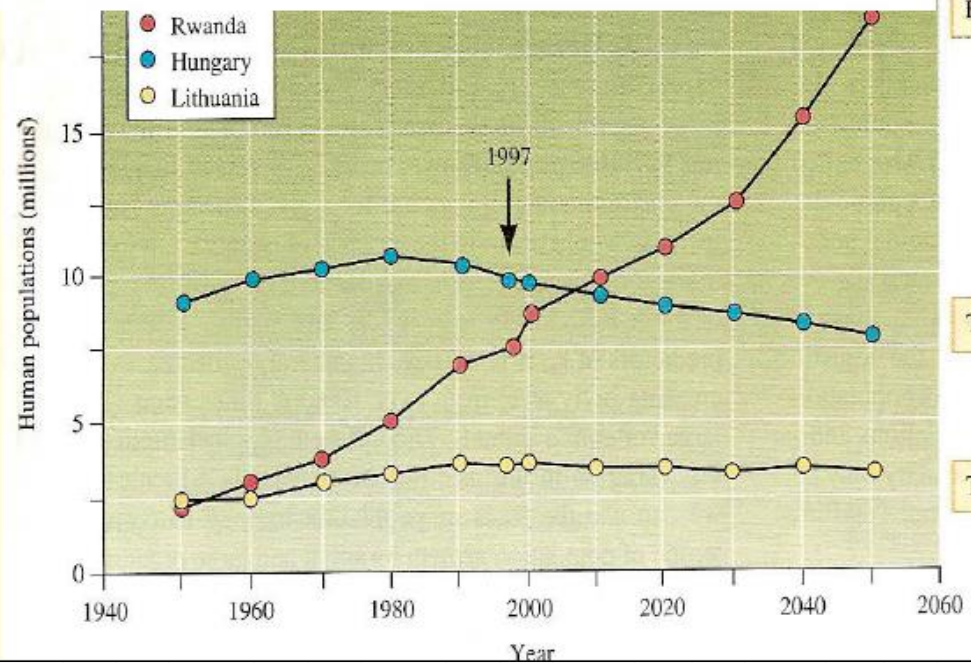
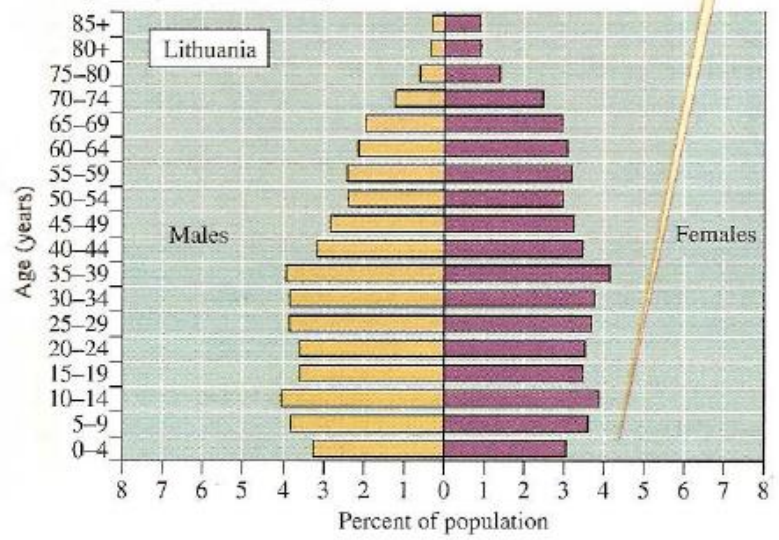
$b = \text{birthrate} = 0.011$
 $d = \text{death rate} = 0.015$
 $b - d = r = -0.004$

Hungary's age distribution
 and negative r indicate a
 declining population.



$b = \text{birthrate} = 0.014$
 $d = \text{death rate} = 0.013$
 $b - d = r = 0.001$

The age distribution and low per
 capita rate of increase (r) indicate
 that Lithuania's population is
 approximately stable.



รูปแบบ ของ survival curves

แบบที่ 1 (type I)

วัยแรกเกิดจนโตอยู่รอดคงที่ แต่ตายมากในวัยชรา

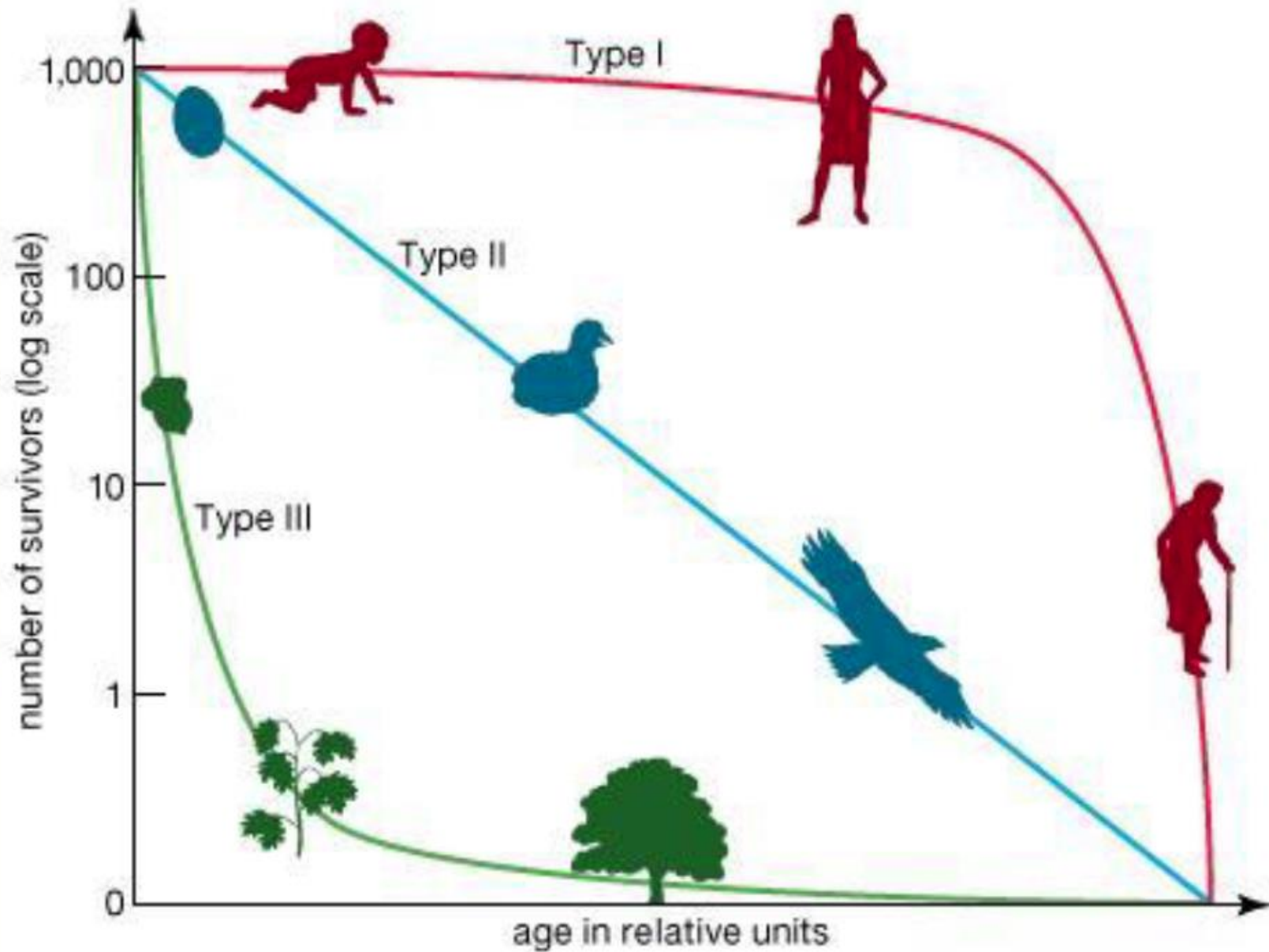
แบบที่ 2 (type II)

การรอดชีวิตเท่ากันทุกวัย

แบบที่ 3 (type III)

รอดชีวิตต่ำในช่วงแรก และ มีชีวิตรอดสูงเมื่ออายุมากขึ้น

Log of survival

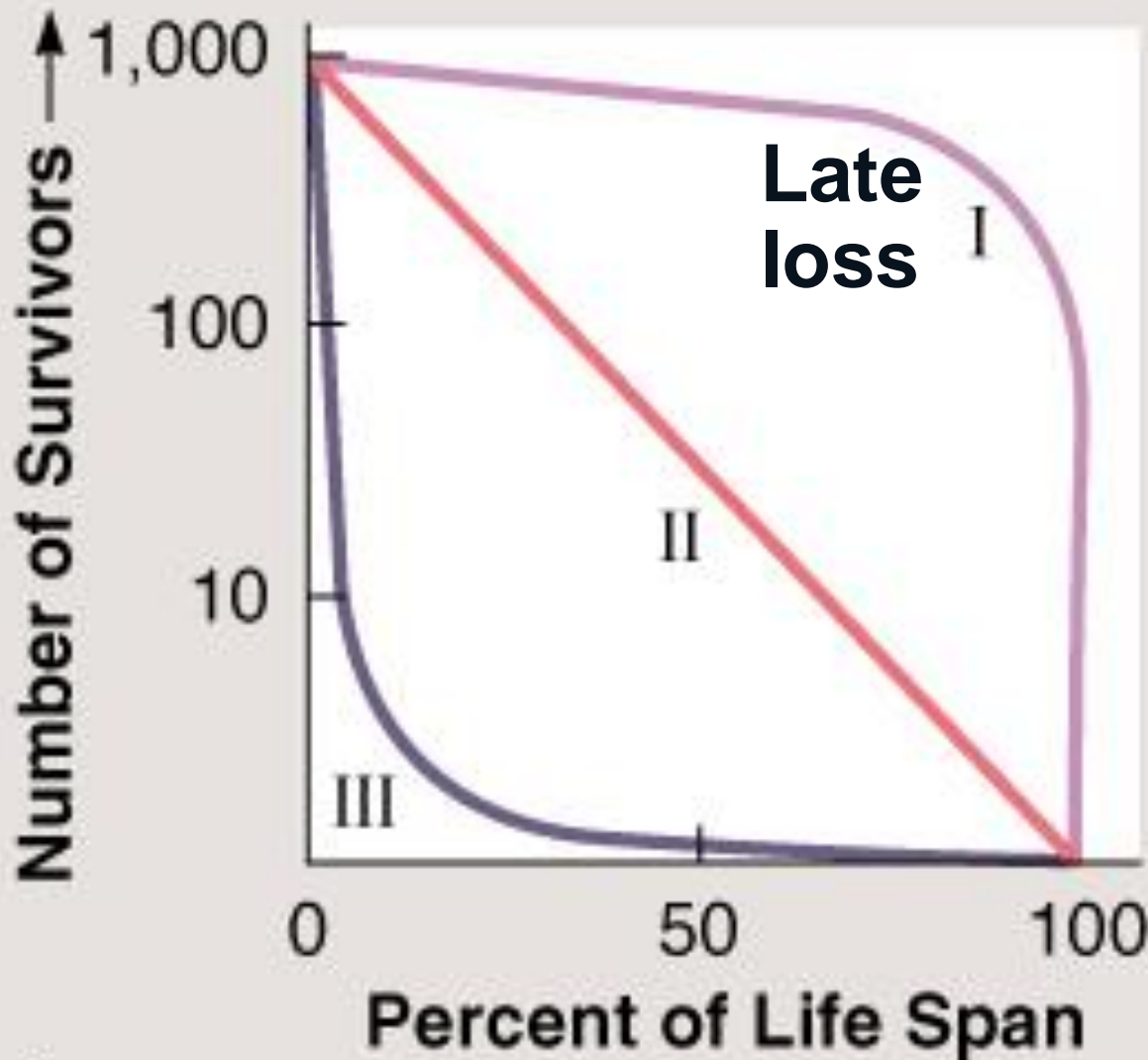


© 2011 Encyclopædia Britannica, Inc.

Total life span – Age (years)

Survivorship curves

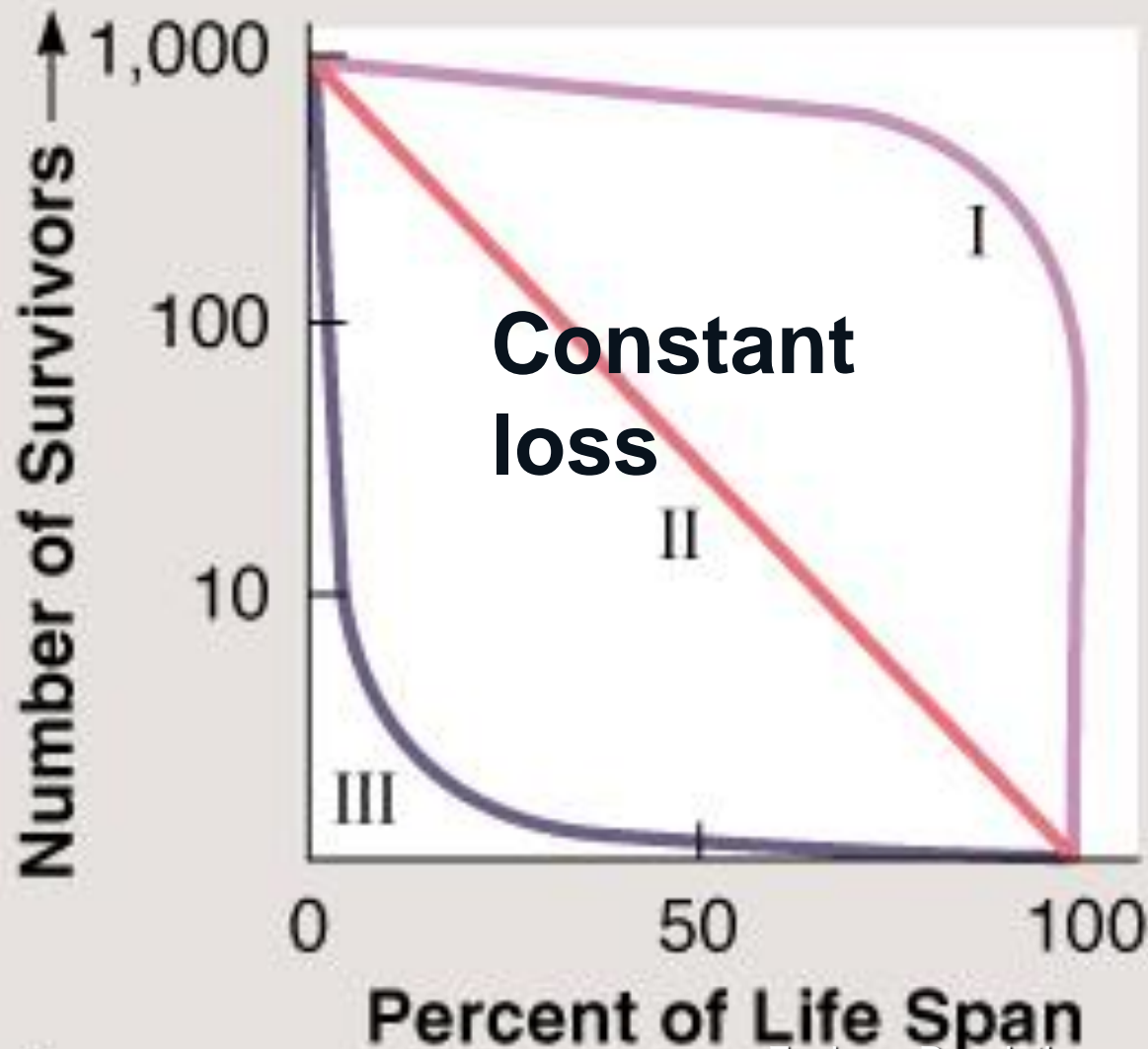
การรอดชีวิตของประชากร



รูปแบบที่ 1 มีอัตราการรอดชีวิตสูงในวัยแรกเกิด และจะคงที่เมื่อโตขึ้น หลังจากนั้นอัตราการรอดชีวิตจะต่ำเมื่อสูงวัยขึ้น เช่น มนุษย์ ช้าง ม้า สุนัข

Survivorship curves

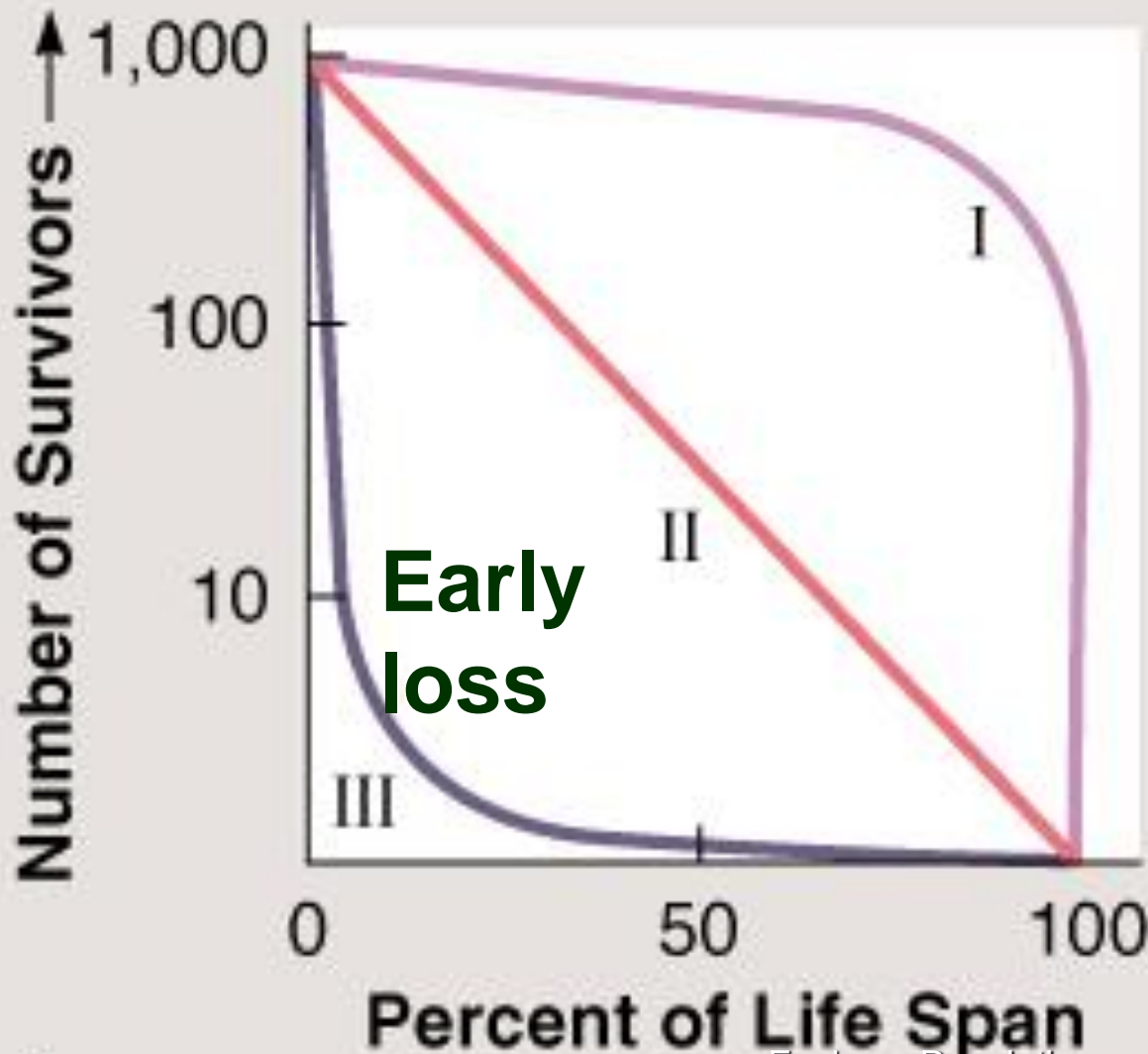
การรอดชีวิตของประชากร



รูปแบบที่ 2 สิ่งมีชีวิตมีอัตราการรอดชีวิตที่เท่ากันในทุกวัย เช่น ไฮดรา นก เต่า

Survivorship curves

การรอดชีวิตของประชากร

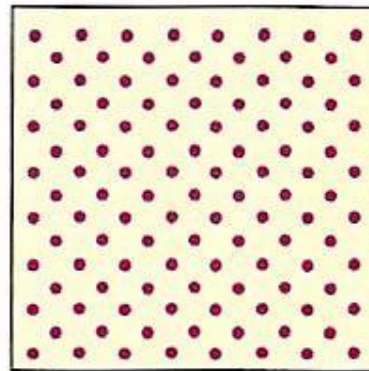
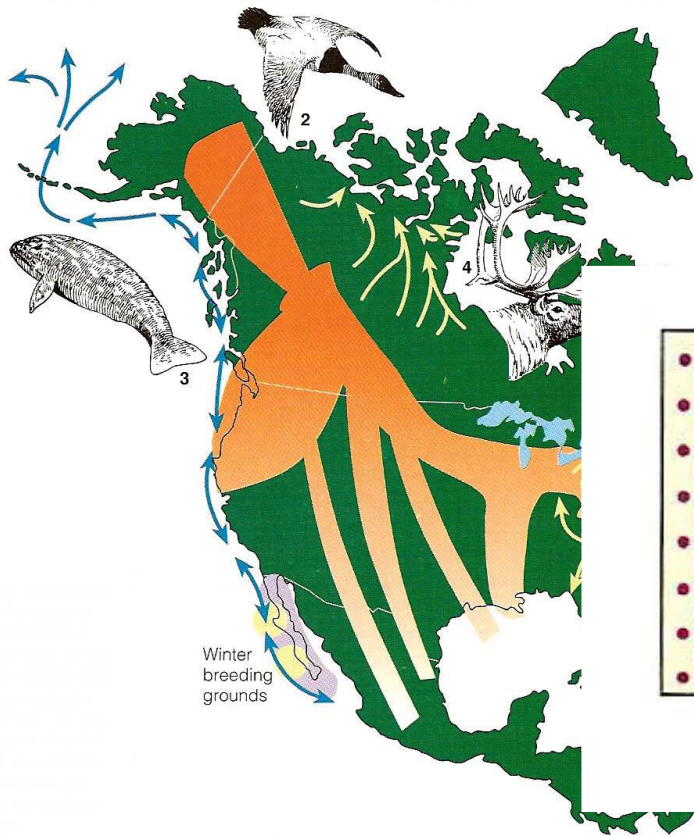
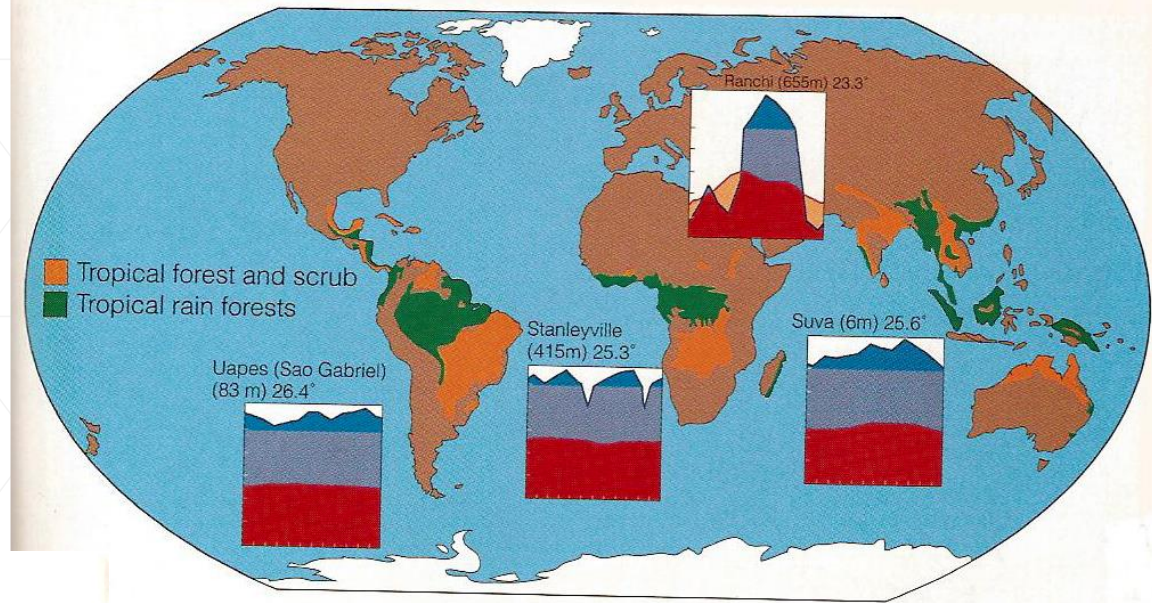


Early loss

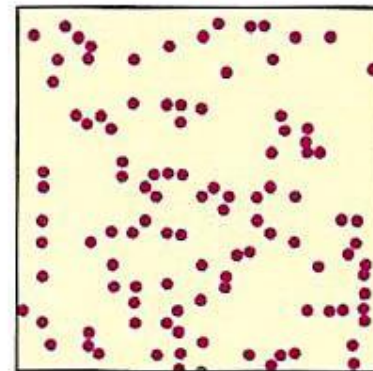
รูปแบบที่ 3 มีอัตราการรอดชีวิตต่ำ
ในระยะแรกของช่วงชีวิต
หลังจากนั้นเมื่ออายุมากขึ้น
อัตราการรอดชีวิตจะสูง เช่น
ปลา หอย และสัตว์ไม่มีกระดูก
สันหลังส่วนใหญ่

Dispersion

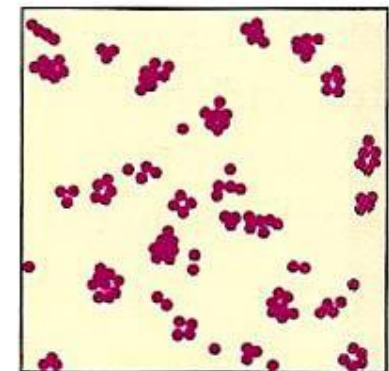
- spatial dispersion
- Large scale
- small scale
- temporal scale



Uniform



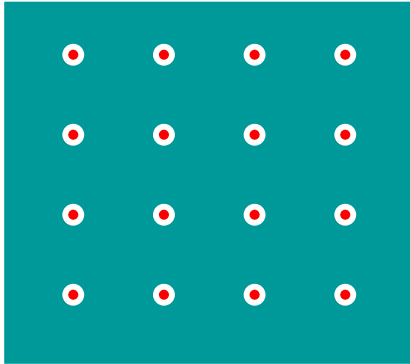
Random



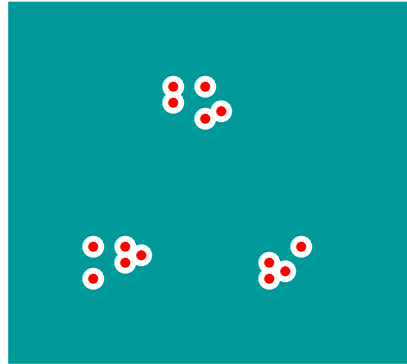
Clumped

PATTERN OF DISPERSION

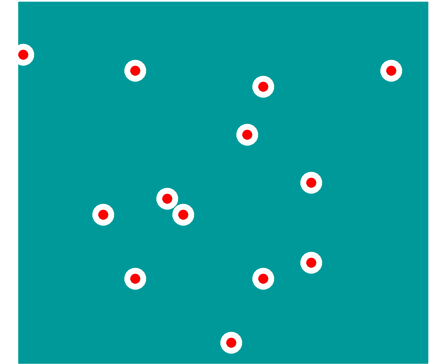
UNIFORM



CLUMPED



RANDOM



การเคลื่อนย้ายของประชากร

- เพื่อการผสมพันธุ์ตามฤดูกาล
- เพื่อหลบหนีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต
- เพื่อหาแหล่งอาหารที่เหมาะสม
- หากมีความสามารถในการเคลื่อนย้ายระหว่างพื้นที่ ที่สามารถเป็นแหล่งที่ประชากรอยู่ได้ ช่วยทำให้ประชากรสิ่งมีชีวิตในโลกเราดำรงอยู่ได้อย่างไม่สูญพันธุ์ไปจากโลกของเรา เมื่อเกิดการสูญพันธุ์ในเฉพาะบางพื้นที่ ไม่พร้อมกันทั่วโลก

การกระจายของสิ่งมีชีวิตถูกควบคุมโดย

- ชนิดและปริมาณของสาร ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต และปัจจัยทางกายภาพที่ระดับที่เป็นปัจจัยจำกัด
 - เช่น อุณหภูมิ แสง ความชื้น แร่ธาตุ แก๊สต่างๆ
- **อาหาร และ ไฟ**
- ช่วงของความทนของสิ่งมีชีวิตต่อปัจจัยเหล่านี้
- และปัจจัยสิ่งไม่มีชีวิต และ สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ใน **สิ่งแวดล้อมที่มาปฏิสัมพันธ์กัน**

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับการเจริญเติบโตของประชากร

■ ปฏิสัมพันธ์เชิงบวก

- การพึ่งพาอาศัย (Mutualism: ++) ทั้ง 2 ชนิดได้ประโยชน์
- การเกื้อกูล (Commensalism: +0) ชนิดหนึ่งได้ประโยชน์ ขณะที่อีกชนิดหนึ่งไม่มีผลใดๆ

■ ปฏิสัมพันธ์เชิงลบ

- การต่อสู้แย่งแย่ง (Competition: --) ทั้ง 2 ชนิด ได้รับผลเสีย
- การล่า (Predation: +/-) มีชนิดหนึ่งได้ประโยชน์ อีกชนิดหนึ่งเสียประโยชน์



Mutualism



Competitive



Commensalism

Predation



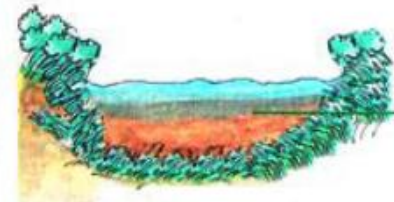
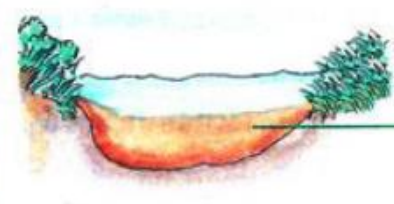
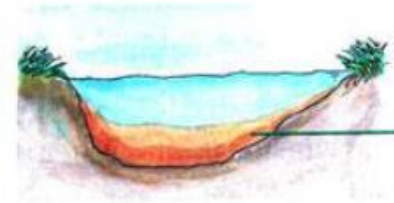
Ecology: Population

ประเภทของความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต

- | | | |
|--------------------------------|------------------|-------------|
| • ภาวะพึ่งพา | Mutualism | (+,+)(-,-) |
| • การได้ประโยชน์ร่วมกัน | Protocooperation | (+,+)(0,0) |
| • ภาวะอิงอาศัย | Commensalism | (+,0)(-,0) |
| • ภาวะมีการย่อยสลาย | Saprophytism | (+,0)(-,0) |
| • การล่าเหยื่อ | Predation | (+,-)(-,0) |
| • ภาวะมีปรสิต | Parasitism | (-,+)(0,-) |
| • ภาวะการแก่งแย่ง | Competition | (-,-) (0,0) |
| • ภาวะการหลั่งสารยับยั้ง | Amensalism | (0,-)(0,0) |
| • ภาวะไม่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน | Neutralism | (0,0)(0,0) |

เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม

- การเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ
ที่รุนแรง – เกิดการเปลี่ยนแปลง
ฉับพลัน
- การทดแทนทางนิเวศ – ค่อย ๆ
เปลี่ยนสภาพแวดล้อม
 - ระยะบุกเบิก หรือ การตั้งถิ่นฐาน
(Pioneer stage or colonization)
 - ระยะการปรับพื้นที่ตั้งถิ่นฐาน
(site modification)
 - ระยะการแทนที่ของสิ่งมีชีวิต
(species replacement)



- การเปลี่ยนแปลง
แทนที่แบบนี้จะใช้เวลา
ยาวนานมากกว่าระบบนิเวศ
จะอยู่ในสภาพสมดุล



0
ปี

50
ปี

การตอบสนองของสิ่งมีชีวิตต่อความผันแปรของ สภาพแวดล้อม

- Adaptation
 - การตอบสนองทางด้านสรีรวิทยา
 - การตอบสนองทางด้านสัญญาณ
 - การตอบสนองทางด้านพฤติกรรม

Osmoregulation

Principles of allocation

ความหลากหลายทางชีวภาพ

3 ประเด็น

- ความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity)
- ความหลากหลายของชนิด หรือ สปีชีส์ (species diversity)
- ความหลากหลายทางนิเวศวิทยา (ecological diversity)

ผลผลิตและบริการจากระบบนิเวศ

ผลผลิต

อาหาร เส้นใย และเชื้อเพลิง

ทรัพยากรพันธุกรรม

สารชีวเคมี

น้ำจืด

บริการด้านวัฒนธรรม

คุณค่าทางศาสนาและจิตวิญญาณ

ระบบความรู้

การศึกษาและแรงบันดาลใจ

คุณค่าทางสุนทนาการและสุนทรียภาพ

การควบคุมสมดุลของธรรมชาติ

การด้านทานการรุกรานของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น

การกินพืช (herbivory)

การผสมเกสร

การแพร่กระจายของเมล็ด

การควบคุมสภาพภูมิอากาศ

การควบคุมศัตรูพืช

การควบคุมโรคระบาด

การป้องกันภัยธรรมชาติ

การควบคุมการกัดเซาะ

การทำให้น้ำบริสุทธิ์

บริการสนับสนุนอื่นๆ

การผลิตขั้นปฐมภูมิ

การเป็นถิ่นที่อยู่อาศัย

การหมุนเวียนสารอาหาร

(วัฏจักรของสารอาหาร)

การสร้างและดำรงรักษาทรัพยากรดิน

การผลิตออกซิเจนในชั้นบรรยากาศ

การหมุนเวียนน้ำ (วัฏจักรของน้ำ)