

การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต

นิเวศวิทยา

อ. พัทธ์ณี วิจิตพันธ์

คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มก. กพส.

วัตถุประสงค์

- ทราบแนวทางการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต:
สรีระ สัณฐาน หรือ พฤติกรรม
- ยกตัวอย่าง กรณีศึกษา การปรับตัวระดับ
สิ่งมีชีวิต --- การปรับตัวเข้ากับ อุณหภูมิ
ความชื้น ความเค็ม ไฟป่า ฯลฯ การปรับตัว
ระดับประชากร และระดับระบบนิเวศ

ตัวอย่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อการเจริญของสิ่งมีชีวิต

- ปัจจัย 4 ของมนุษย์

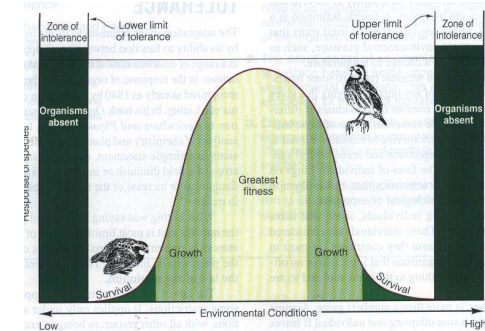
- อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค

- ปัจจัย 4 ของพืช / สิ่งมีชีวิตอื่นในธรรมชาติ

- อาหารเทียบได้กับ ก๊าซที่จำเป็น?? ธาตุอาหารพืชต่างๆ ปริมาณน้ำฝน และพลังงานแสงอาทิตย์ / สิ่งมีชีวิตชนิดอื่นที่เป็นเหยื่อ

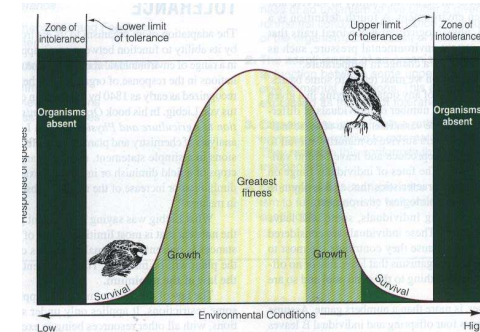
- ที่อยู่อาศัยได้แก่ ดิน หรือ น้ำ หรือ บนสิ่งมีชีวิตอื่น /หรืออยู่ภายในโครงสร้างอื่นๆ ที่มีในธรรมชาติ (และคุณสมบัติทางกายภาพ และชีวภาพ เป็นอยู่ในที่อยู่อาศัยนั้น ๆ)

- เครื่องนุ่งห่ม และ ยารักษาโรค เปรียบได้กับปัจจัยที่จะช่วยปรับสภาวะแวดล้อมภายนอก และ ภายในให้พืช/สัตว์เป็นปกติสุข -- การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม หรือ การปรับ homeostasis



สรุปปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่สำคัญที่เป็นปัจจัยจำกัด

- อุณหภูมิ (ร้อน หรือ เย็นเกินไป)
- ความชื้น (น้อย หรือ มากเกินไป)
- แสง (ขึ้นกับ ความเข้มของแสง คุณภาพของแสง และ ระยะเวลาที่มีแสง)
- ดิน น้ำ และสารอาหาร (ชนิดและปริมาณ ของดิน/น้ำ และ สารอาหารในดิน/น้ำ ความเค็มหรือความเป็นกรดต่างในดิน/น้ำ ที่ไม่เหมาะสม)
- อากาศ (ขึ้นกับชนิด และ ปริมาณอากาศที่สิ่งมีชีวิตต้องการ)
- ไฟ (ความถี่ และ ความรุนแรงของการเผาไหม้)
- สิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ร่วมด้วยในแหล่งที่อยู่อาศัยเดียวกัน แบบที่เรีย ศัตรู ผู้ล่า ฯลฯ



- ปัจจัย 4 ของพืช / สิ่งมีชีวิตอื่นที่เราปลูกหรือเลี้ยง
 - **อาหาร**เทียบได้กับ เหมือนธรรมชาติ + ปุ๋ย หรือ อาหารสำเร็จรูป ฯลฯ
 - **ที่อยู่อาศัย**ได้แก่ เหมือนธรรมชาติ + โรงเรือน และ สิ่งประดิษฐ์ของมนุษย์
 - **เครื่องนุ่งห่ม และ ยารักษาโรค** เหมือนกับธรรมชาติ และที่อยู่อาศัย + สารเคมี หรือ สารสังเคราะห์จากธรรมชาติต่างๆ ที่ใช้เพื่อควบคุมศัตรูของพืช หรือ ศัตรูของสัตว์เลี้ยง

Adaptation

ความสามารถในการปรับตัวมี 2 ระดับ

- An individual's phenotypic adjustment to a changing environment – เกิดขึ้นภายในช่วงชีวิตระหว่างที่มีการเจริญพัฒนาของสิ่งมีชีวิต 1 ตัว --- improve survival
- A population's genetic adjustment to a changing environment – เกิดขึ้นผ่านการเปลี่ยนแปลงในแต่ละชั่วรุ่นโดยเป็นผลมาจากการคัดเลือกตามธรรมชาติ

การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในระดับ **individule**

- การปรับตัวทางพฤติกรรม
- การปรับตัวทางสรีระ
- การปรับตัวทางรูปร่างลักษณะ หรือ ทางสัณฐาน

อิทธิพลของอุณหภูมิ

- การทำงานของเอ็นไซม์
- อัตราการหายใจ และ กระบวนการทางเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ในสิ่งมีชีวิต
- การเปิดปิดปากใบ/ คายน้ำ
- อัตราการสังเคราะห์แสง
- การดูดแร่ธาตุอาหาร

ตัวอย่างการปรับตัวเข้ากับอุณหภูมิ

- สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง -200 ถึง 100 องศาเซลเซียส
- การปรับตัวให้เข้ากับอุณหภูมิ
 - สรีรวิทยาที่แตกต่างกัน:

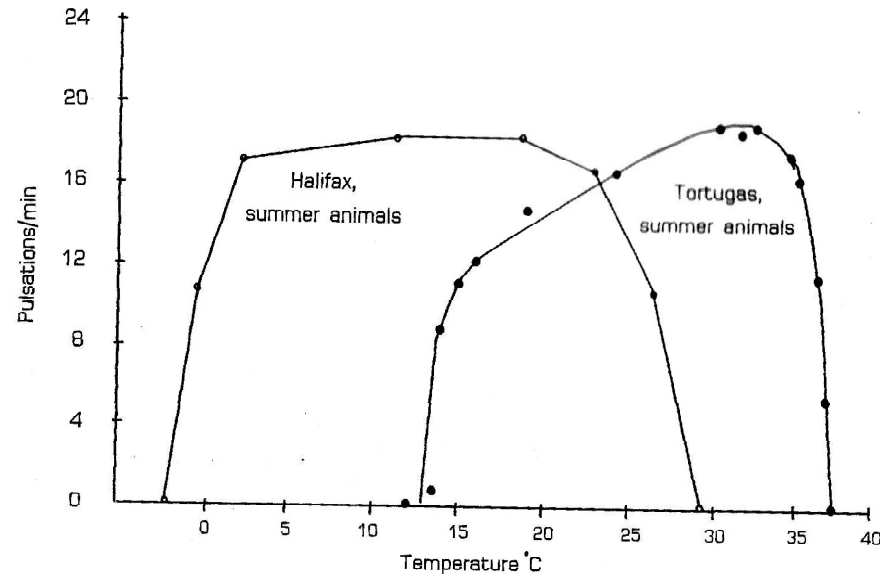


- Homeothermal animals (endothermy) ได้แก่ นก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
- Poikilothermal animals (ectothermy) ได้แก่ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ปลา สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก สัตว์เลื้อยคลาน
- Heterothermal animals (both) ได้แก่ แมลงบางชนิด



การปรับตัวทางสรีระ ต่อ อุณหภูมิ

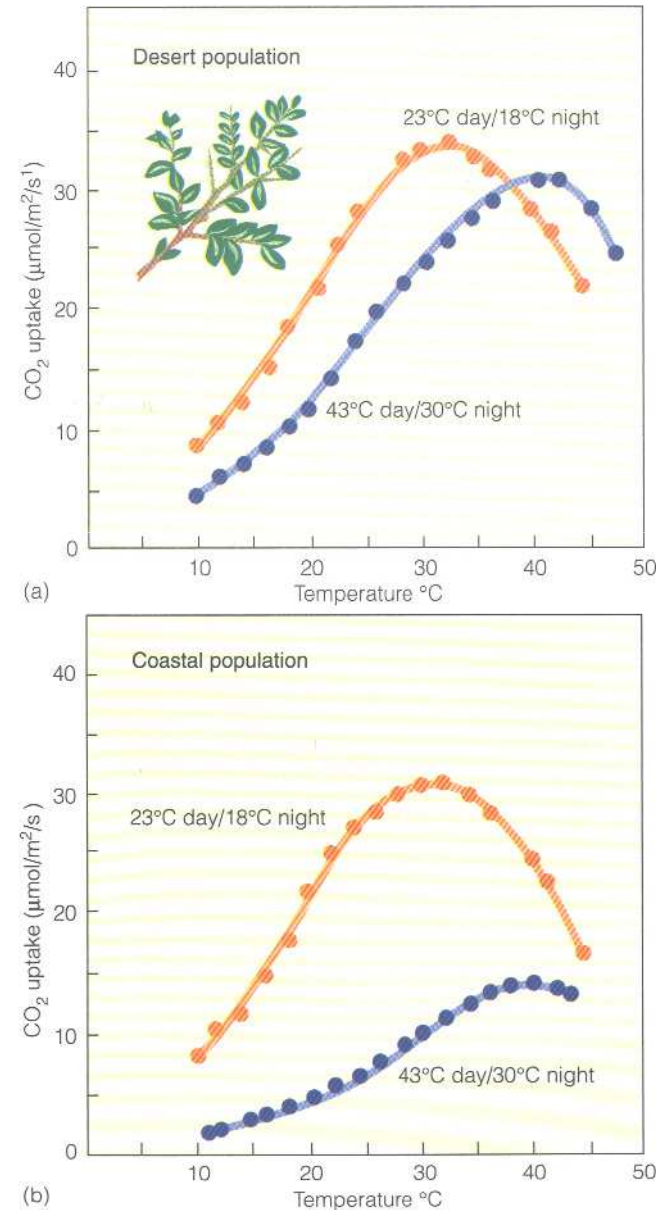
- สัตว์เลือดเย็น และ พืช มีแนวโน้มที่อุณหภูมิผันแปรตามสิ่งแวดล้อม
- **Van't Hoof** กล่าวว่า อัตราเมตาบอลิซึม หรือ ปฏิกริยาใด ๆ ในสิ่งมีชีวิต มักจะเพิ่มขึ้น 2-3 เท่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากเดิม 10 องศาเซลเซียส (Q_{10}) แต่หากอุณหภูมิมากเกินไป อาจจะตายได้



ภาพที่ 4.2 การปรับตัวของกะพรุน (*Aurelia aurita*) ที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่างกัน และมีอัตราการว่ายน้ำได้ดีใกล้เคียงกับอุณหภูมิของที่อยู่อาศัย (Odum, 1971)

การปรับตัวทางสรีระ ต่อ อุณหภูมิ (ต่อ)

- สรีรวิทยาที่แตกต่างกัน: เช่น พืชมีอัตราการสังเคราะห์แสงที่แตกต่างกัน ขึ้นกับอุณหภูมิ และพืชจะปรับช่วงที่เหมาะสมที่สุด (**optimal**) ให้เข้ากับ อุณหภูมิที่ถูกละเลียงมา



การปรับตัวทางพฤติกรรม+สรีระ ต่อ อุณหภูมิ (ต่อ)

- การเข้าสู่ระยะพักในช่วงอุณหภูมิไม่เหมาะสม
 - กบ หมี เข้าสู่ **hibernation** ในฤดูหนาว
 - พืชหลายชนิดมีการ **diapauses**
 - พืชมีการผลัดใบในฤดูใบไม้ผลิ



ตัวอย่างพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปขึ้นกับสภาพ และช่วงของความทนทาน

ต่ออุณหภูมิ ในสัตว์เลือดเย็น

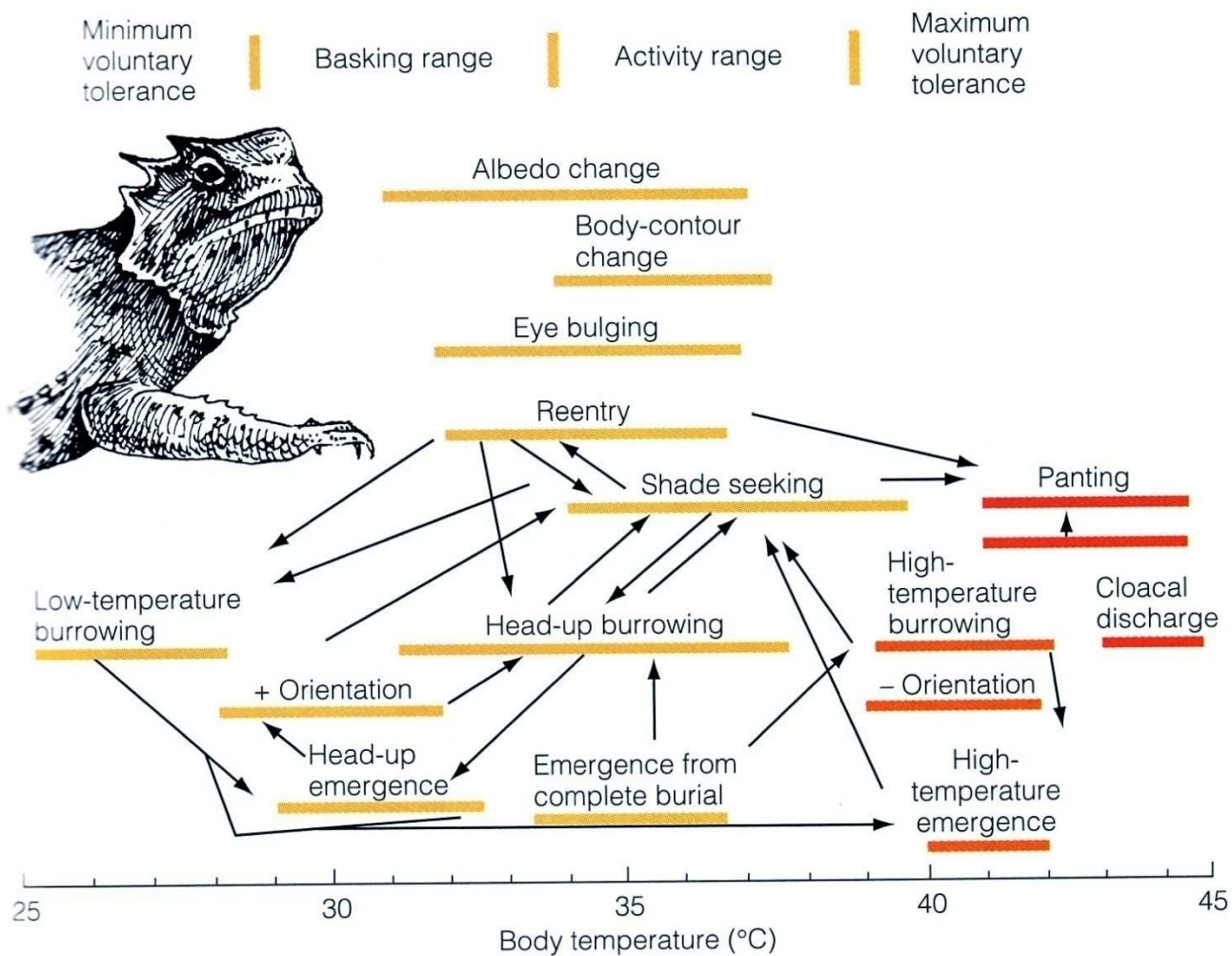
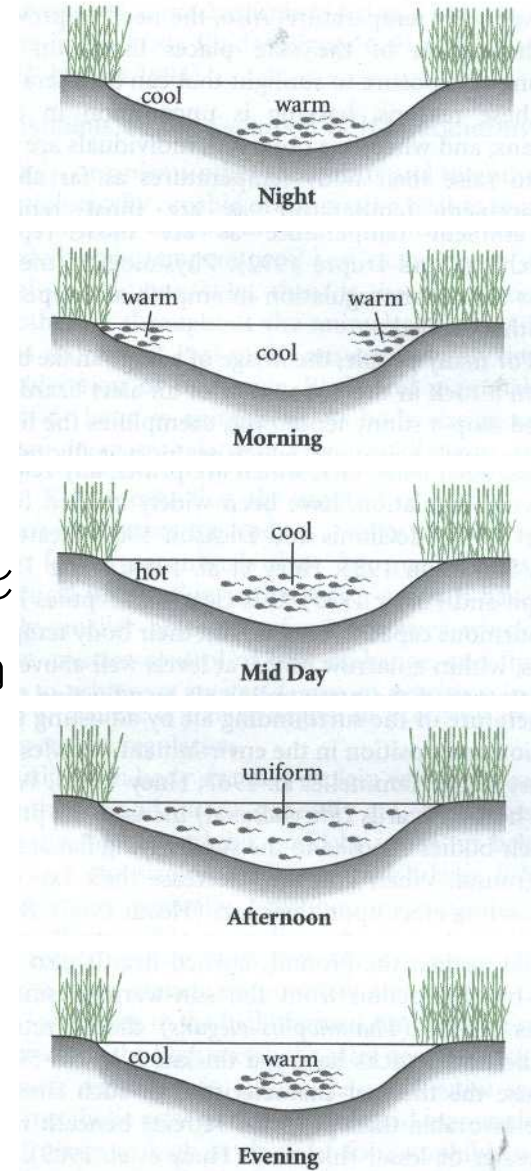


FIGURE 8.12 Behavioral mechanisms in the regulation of body temperature by the horned lizard (*Phrynosoma coronatum*). (From Heath 1965.)

การปรับตัวทางพฤติกรรม ต่อ อุณหภูมิ

- สัตว์มีการเคลื่อนที่ย้ายถิ่นเพื่อให้เหมาะสมกับอุณหภูมิในช่วงวัน หรือ ช่วงฤดูกาล
 - การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของแพลงก์ตอนสัตว์ ขึ้นกับอุณหภูมิ
 - การกระจายที่อยู่ของปลาในช่วงวัน
 - การอพยพย้ายถิ่นของปลาวาฬ เต่า นก และ ผีเสื้อ หลายชนิดมาเขตที่อุ่นกว่าในฤดูหนาว

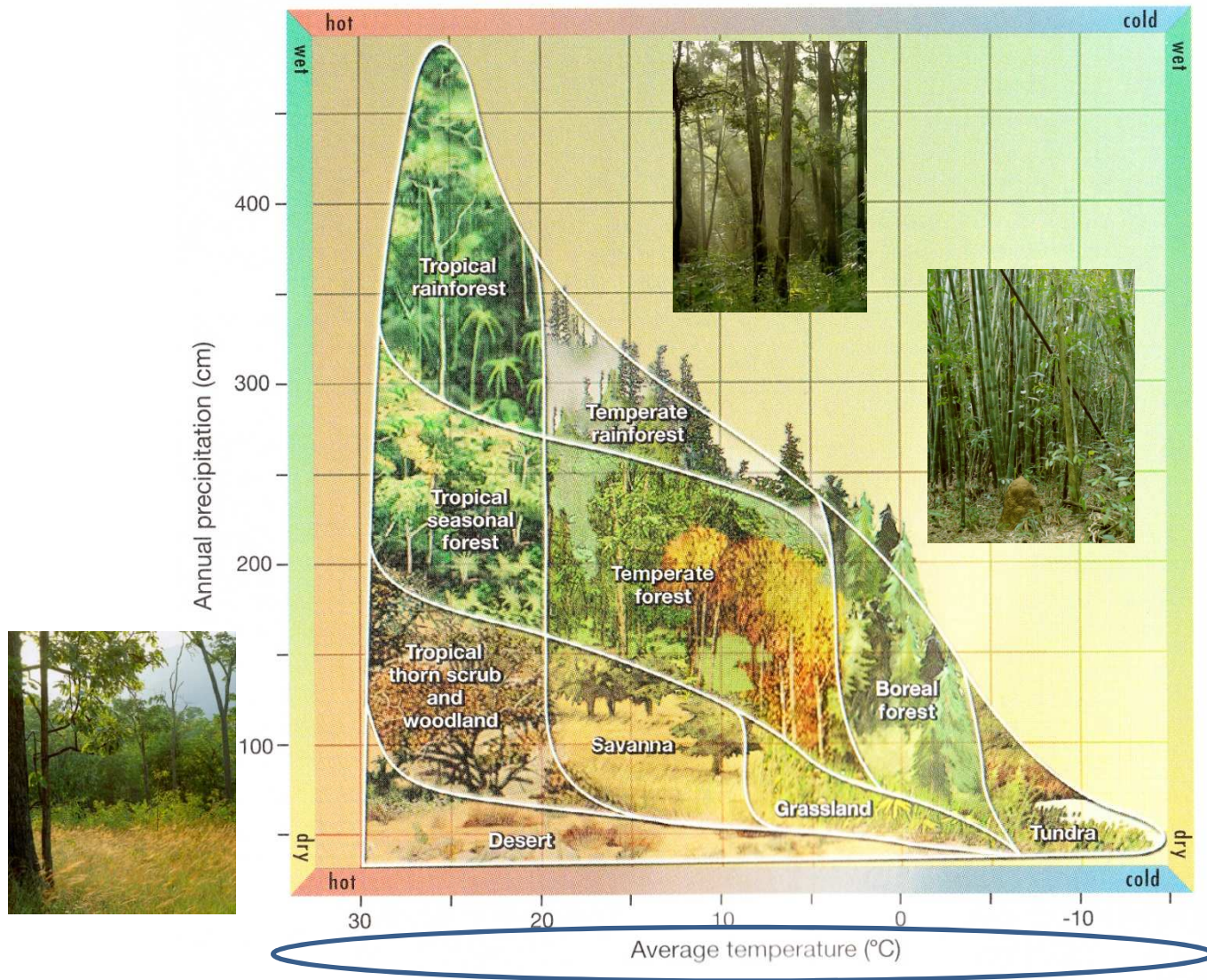


การปรับตัวทางสัณฐาน ต่อ อุณหภูมิ

- พืชเขตหนาวกว่ามีเปลือกหนา
- สัตว์เลือดอุ่นในเขตหนาวจะมีขนาดใหญ่กว่าสัตว์ในเขตร้อน **“Bergmann Principle”**
- ระยะเวลาที่ยื่นออกจากร่างกายของสัตว์เลือดอุ่นในเขตหนาว มักมีขนาดสั้นกว่าสัตว์ในเขตร้อน **“Allen’s Rule”**



อุณหภูมิต่อการแพร่กระจายของพืช และ สัตว์



อิทธิพลของน้ำ

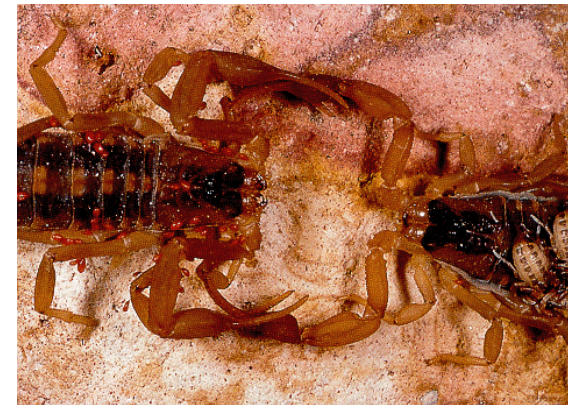
- น้ำเกี่ยวข้องกับ ฝน ความชื้นในบรรยากาศ และในดิน รวมทั้งอัตราการสูญเสียน้ำ
- อุณหภูมิ และลมมีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์
- สารที่ละลายในน้ำมีผลต่อ ค่าทางกายภาพของน้ำ เช่น ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง
- น้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตทั้งที่อยู่บนบกและในน้ำ โดยคุณสมบัติทางกายภาพที่ต่างกัน _ เกี่ยวข้องกับ กระบวนการทางสรีรวิทยาของสิ่งมีชีวิต และการเคลื่อนย้าย ธาตุอาหาร

น้ำในพืช

- สารที่สำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง
- ช่วยในกระบวนการ hydrolytic process อื่นๆ อีก เช่น
Hydrolysis แป้งให้เป็นน้ำตาล
- เป็นส่วนประกอบของ protoplasm
- เป็นตัวทำละลายของก๊าซ แร่ธาตุอาหาร และ ตัวถูกละลายอื่นๆ ทำให้
สารเคลื่อนที่ผ่านเซลล์พืชได้
- มีความสามารถในการรักษา turgidity ของพืชไว้ เช่น การขยาย
ใหญ่ของเซลล์ การเจริญเติบโต การเปิดปิดปากใบ การเคลื่อนไหวของใบ
- ช่วยในการงอกของเมล็ด ขึ้นกับความสามารถของเมล็ดในการ
สัมผัสกับผิวน้ำในดิน

การปรับตัวทางสรีระ และพฤติกรรม เข้ากับน้ำ และความชื้น

- สัตว์สามารถดื่มน้ำที่เกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของร่างกายมาใช้ (สรีระ)
- การปรับตัวให้จำกัดของเสียประเภทไนโตรเจนให้มีน้ำน้อยที่สุด (สรีระ)
- สัตว์น้ำบางชนิดมีการจำศีล (aestivation) เช่นหอยเชอรี่ สามารถฝังตัวใต้ผิวดินได้นานมากกว่า 4 เดือน (พฤติกรรม) ซึ่งจะมีการลดกิจกรรมภายในร่างกายระหว่างการจำศีล (สรีระ)
- สัตว์ในทะเลทรายเช่นแมงป่องออกหากินเวลากลางคืน (พฤติกรรม) ทำให้อัตราการสูญเสียน้ำต่ำกว่า (สรีระ)



การปรับตัวทางสัณฐาน+สรีระ เข้ากับน้ำ และความชื้น

- พืชอยู่ในที่แห้งแล้งมักมีขนาดเล็ก เป็นพืชล้มลุก เพื่อให้โตทันในช่วงฤดูฝน และเป็นเมล็ดในฤดูแล้ง
- พืชในทะเลทรายมักมีลำต้น และ ใบอวบน้ำ และ มีการลดรูปของใบเป็นหนาม และ มีขี้ผึ้งเคลือบเพื่อลดการระเหยน้ำ ..ใบพืชอาจแคบลงในที่ฝนน้อยกว่า

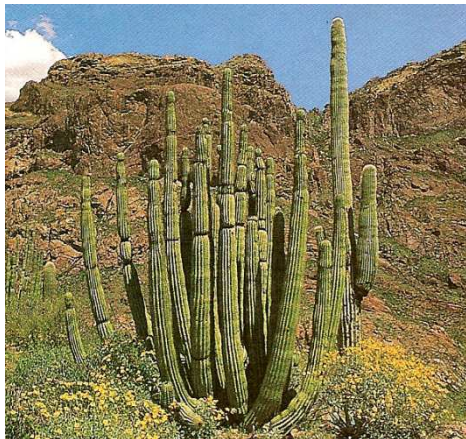
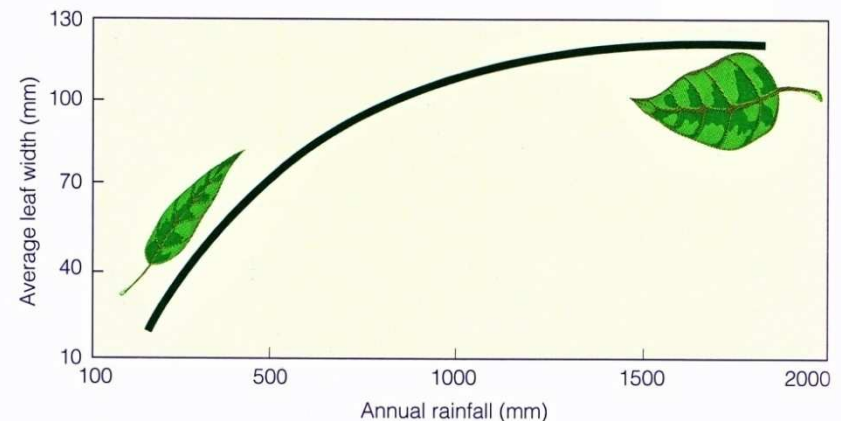
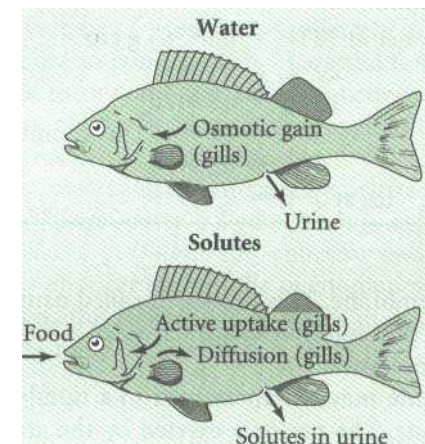
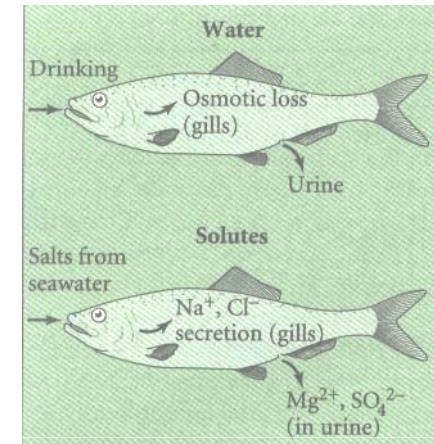


FIGURE 7.19 Average leaf width at low elevations as a function of average annual rainfall in tropical regions of Australia, Central America, and South America. (Adapted from Givnish 1986.)

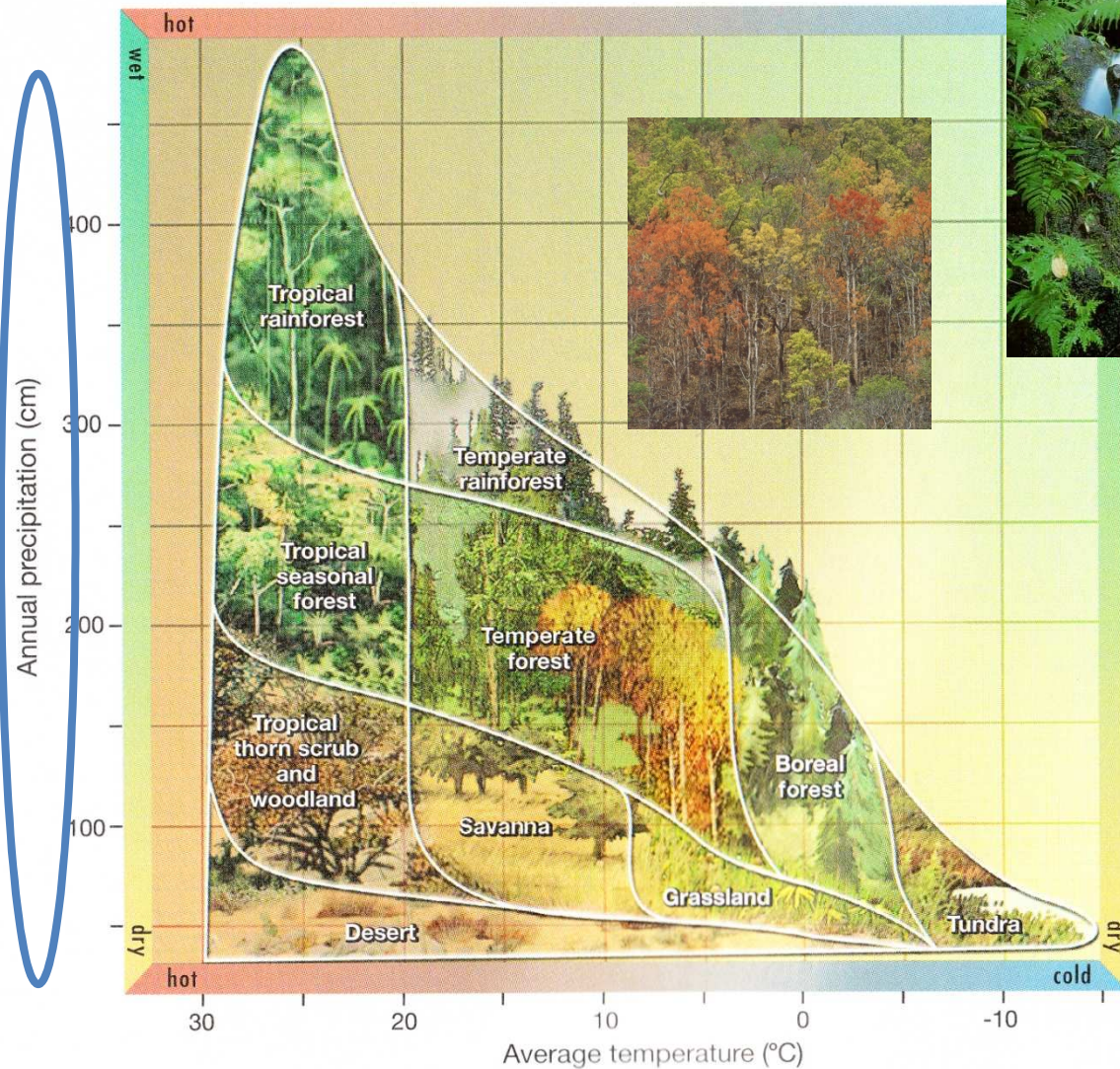


การปรับตัวทางสรีระ+อณูฐาน เข้ากับ ความเค็ม

- พืช และ สัตว์ที่อยู่ในที่มีความเค็ม มีความสามารถในการกำจัดเกลือส่วนเกิน



น้ำต่อการแพร่กระจายของพืช และ สัตว์



แหล่งอาหารขึ้นกับน้ำ

อิทธิพลของแสง

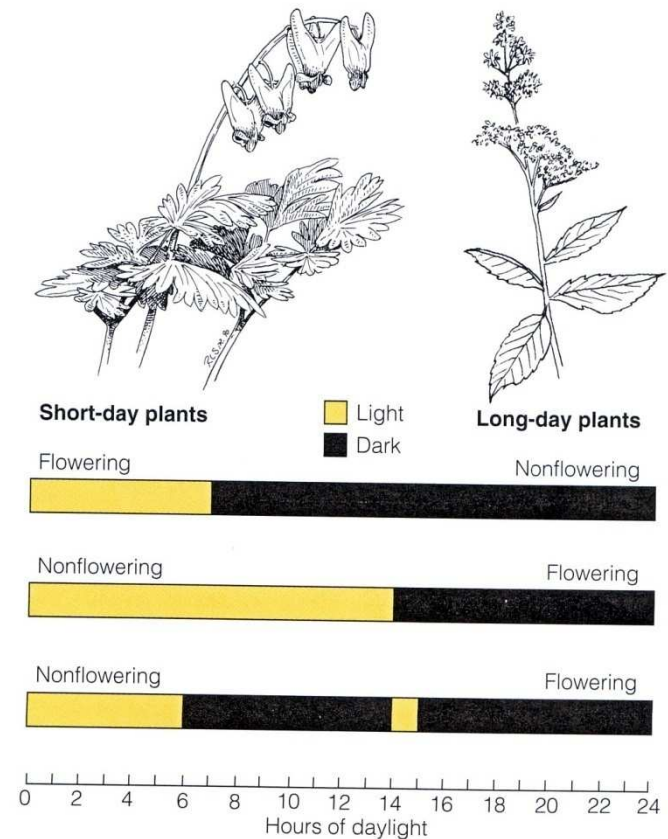
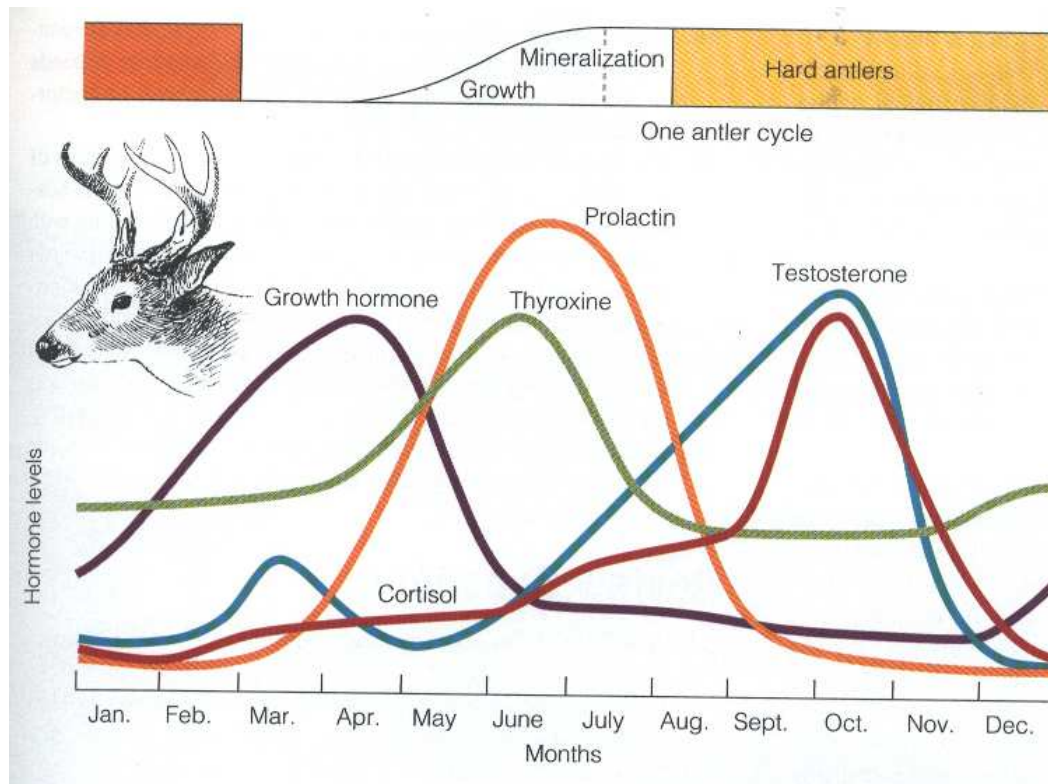
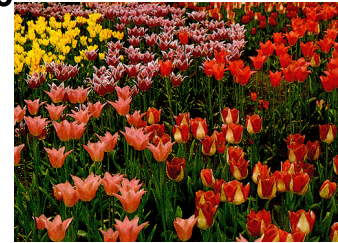
- เป็นพลังงานให้กับโลกของเรา โดยพืชต้องการเป็นต้นกำเนิดของพลังงานในการสังเคราะห์แสง
- ใน 1 วัน มีแสงในกลางวัน ไม่มีในกลางคืน ทำให้สัตว์มีความสามารถในการมองเห็นต่างกัน
- เมื่อฤดูกาลแตกต่างกัน จะพบมีช่วงเวลาของการมีแสง ความเข้มแสงในช่วงวันที่แตกต่างกัน

เหตุที่ต้องมีการปรับตัวเข้ากับแสง

- แสงเป็นปัจจัยสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตต่อ
 - การสังเคราะห์แสง
 - กิจกรรมประจำวัน และ กิจกรรมในฤดูกาลต่าง ๆ ของพืชและสัตว์ เนื่องจาก Biological clock ของสิ่งมีชีวิต บางชนิดขึ้นกับช่วงของกลางวัน กลางคืน และ ช่วงความยาวกลางวันในแต่ละฤดูกาล

การปรับกิจกรรมประจำวันให้เข้ากับแสง

- การปรับตัวให้เข้ากับช่วงเวลามีแสงต่อวัน
 - การเจริญและขยายพันธุ์ของพืชและสัตว์



การปรับกิจกรรมประจำวันให้เข้ากับแสง

- แสดงพฤติกรรมปรับตัวให้เข้ากับช่วงเวลา
กลางวันและกลางคืน



- เวลาการออกหากินขึ้นกับอวัยวะรับสัมผัสที่มี



ในการหาอาหาร หรือ หลบภัย

- ดอกไม้บาน-หุบ/ ใบไม้นอน

ในบางช่วงของวัน

- การออกมาอาบน้ำแดด หาคู่ หรือ กิจกรรมอื่น ๆ



ให้สอดคล้องกับช่วงแสง

หรือสิ่งมีชีวิตอื่นที่มันมี

ความสัมพันธ์ด้วย



การปรับตัวทางสรีระ เข้ากับแสง

- อัตราการสังเคราะห์แสงของใบไม้จะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสงที่เพิ่มขึ้น จนกระทั่งถึงจุด ๆ หนึ่งที่เป็นจุดอิ่มตัว ($1/10$ - $2/10$ ของปริมาณแสงที่ส่องสว่างเต็มที่) เมื่อผ่านจุดนี้จะมีอัตราคงตัว

PAR = Photosynthetically active radiation

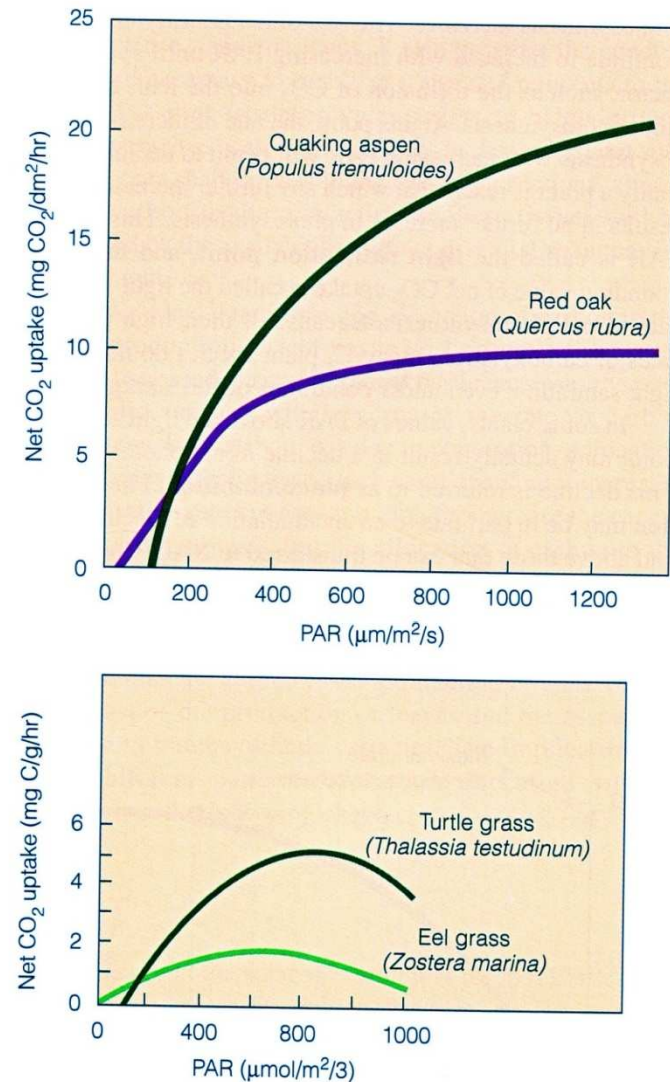


FIGURE 6.9 Photosynthetic light response curves for shade-adapted (shade tolerant) and sun-adapted (shade intolerant) species from (a) terrestrial (trees) and (b) aquatic habitats (seagrasses).

การปรับตัวทางสรีระ เข้ากับแสง (ต่อ)

- พืชที่ชอบที่ร่ม และ ชอบแสงจ้า จะมีจุดอิ่มตัวในการสังเคราะห์แสงที่ต่างกัน

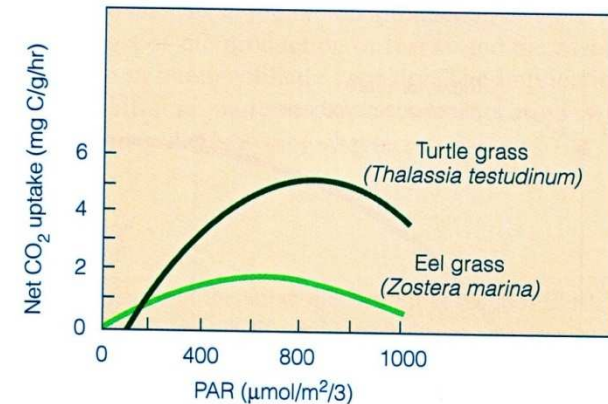
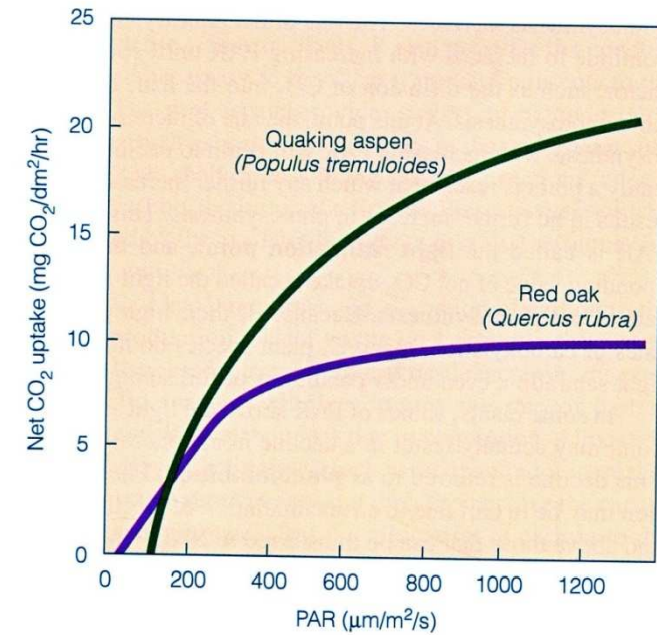
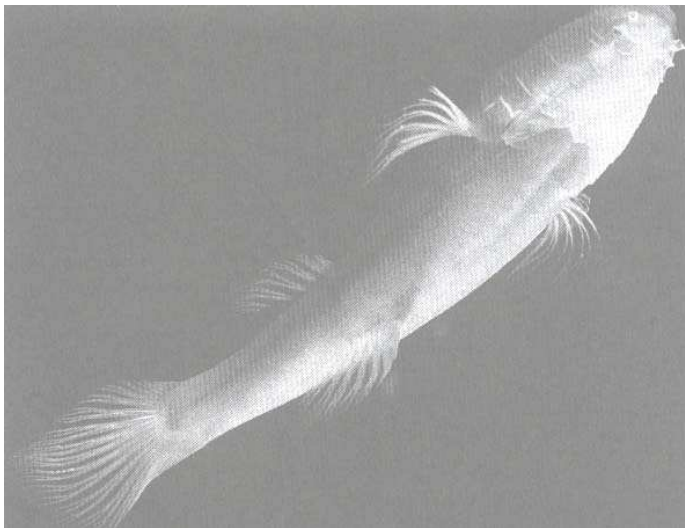


FIGURE 6.9 Photosynthetic light response curves for shade-adapted (shade tolerant) and sun-adapted (shade intolerant) species from (a) terrestrial (trees) and (b) aquatic habitats (seagrasses).

การปรับสัณฐานให้เข้ากับแสง

- การปรับตัวให้เข้ากับแสงเข้มแสง
- ปลาในถ้ำไม่มีตา แต่มีอวัยวะรับสัมผัสอื่นที่ดีขึ้น
- ต้นไม้ยืดยาวส่วนของลำต้นไปหาส่วนที่มีแสง
มากกว่า

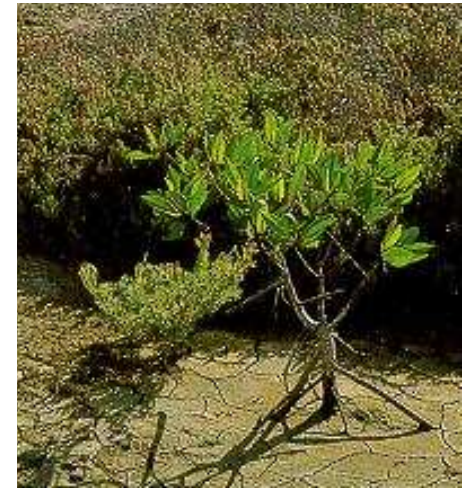


ตัวอย่างการปรับตัวเข้ากับดินและสารอาหาร

- องค์ประกอบของดิน น้ำ และอากาศในดิน รวมทั้งสารอาหาร และอินทรีย์วัตถุที่มีในดิน เป็นปัจจัยสำคัญต่อ การเจริญ และ การแพร่กระจายของพืช และ สัตว์
 - สัตว์ที่ต้องขุด รูอยู่ในดิน จะพบแตกต่างกันในดินที่ต่างกัน เช่น หอยเลียบ ชอบดินทรายเม็ดปานกลาง แม่เพรียงชอบทรายนูนโคลน

การปรับตัวทางสรีระ เข้ากับสภาพของดิน

- พืชบางชนิดเจริญเติบโตต่างกันในดินร่วน ทราย เหนียว โดยการปรับสรีระ ในอัตราการใช้สารอาหาร น้ำในดินแต่ละประเภทให้เหมาะสม หรือ ความสามารถในการขับเกลือที่มากเกินไป



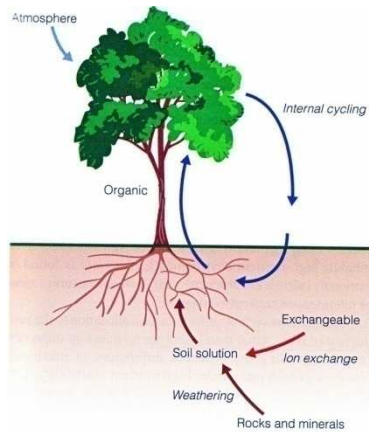


FIGURE 7.23 Diagram showing the major sources of mineral and organic nutrients and the processes (in italics) influencing their release and availability to terrestrial plants.

แร่ธาตุและสารอาหาร

- พืชและสัตว์ต้องการเพื่อการเจริญเติบโต หากขาดจะพบความผิดปกติ
- ชนิดของอาหารและปริมาณที่ต้องการขึ้นอยู่กับชนิดของสิ่งมีชีวิต

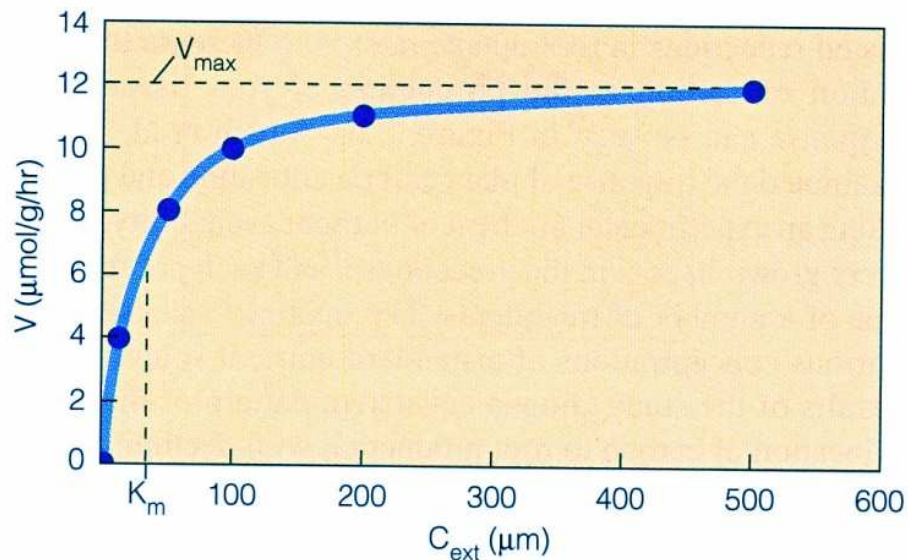
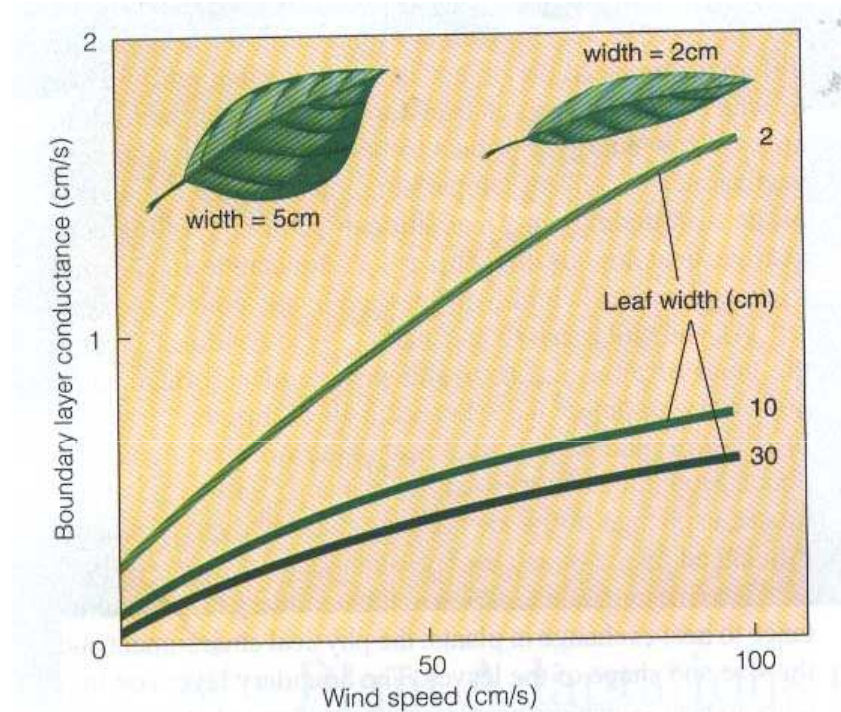


FIGURE 7.24 Plant uptake rate (V) of potassium as a function of availability (C_{ext}).

- อัตราการดูดธาตุอาหารพืช (สรีระ) เพิ่มขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารที่มี

ปัจจัยที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

- ลม



- อากาศ

— คาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน สำคัญในการสังเคราะห์แสงและการหายใจ

ไฟทำลายสังคมสิ่งมีชีวิต และปรับเปลี่ยนสภาพความเป็น
กรดต่าง และ ปริมาณ แสงในพื้นที่ แต่อาจมีความสำคัญ
ต่อการเจริญของสังคมสิ่งมีชีวิตหากไม่รุนแรง



- กระตุ้นการงอกของเมล็ด
พืชบางชนิดที่มีเปลือกแข็ง
หนา
- เร่งปฏิกิริยาการย่อยสลาย
ของจุลินทรีย์ หากอุณหภูมิ
จากการเผาไหม้ไม่สูงมากนัก

พฤติกรรมทางเลือกที่อยู่อาศัย

- ทำให้มีรูปแบบการกระจายของสิ่งมีชีวิตในที่ต่างๆ เลือกที่ที่เหมาะสมและปลอดภัย

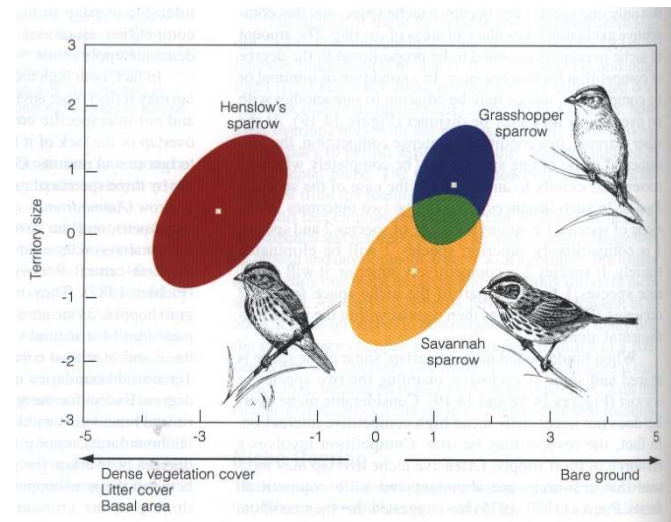
—มีสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่อยู่ได้

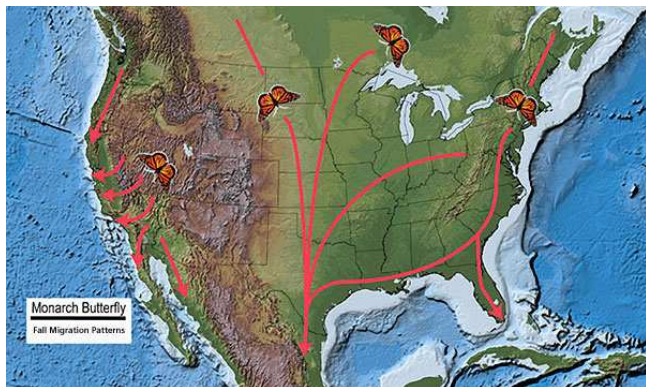
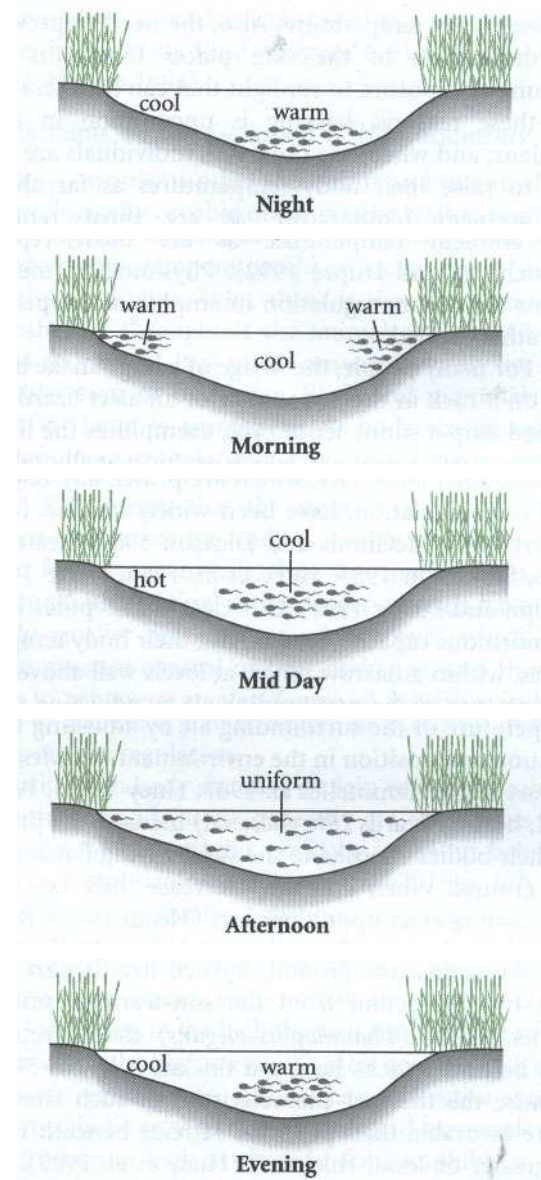
—มีอาหารเยอะ หรือหาอาหารง่าย

—ไม่มีศัตรู

—มีโอกาสดำรงชีพและลูกสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้

- ถ้าสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม หรือไม่ปลอดภัยชั่วคราว จะมีการแสดงออกเพื่อปรับตัวเข้ากับสภาวะแวดล้อมต่างๆ





การปรับตัวเข้ากับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ

- สิ่งมีชีวิต มีปฏิสัมพันธ์กัน ในแง่มุมต่าง ๆ
- 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)

การปรับตัวกับอาหารที่จะกิน

- อาหารเป็นแหล่งพลังงาน
สามารถอยู่รอด เจริญ และ
สืบพันธุ์ต่อไปได้
- สรีระวิทยา และรูปร่างลักษณะ
กำหนดชนิด และขอบเขตของ
อาหารที่จะกิน : Herbivore,
Carnivore, Omnivore หรือ
Detritivore; ขนาดปาก, ขนาด
ตัว, ลักษณะฟัน ฯลฯ

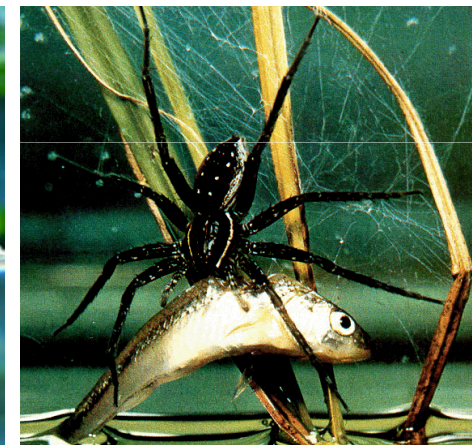


พฤติกรรมหาอาหาร

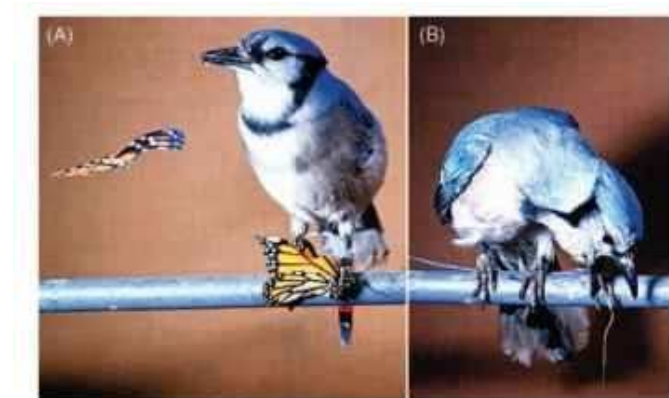
- อาหารเป็นแหล่งพลังงาน สามารถอยู่รอด เจริญ และสืบพันธุ์ต่อไปได้
- สรีระวิทยา และ รูปร่างสัณฐาน กำหนดชนิดของอาหารที่จะกิน :
Herbivore, Carnivore, Omnivore หรือ Detritivore; ขนาดปาก, ขนาดตัว, ลักษณะฟัน ฯลฯ
- วิธีหาอาหาร เลือกอย่างไรให้คุ้มค่ากับพลังงานที่เสียไปกับพลังงานที่จะได้รับ และปลอดภัยจากศัตรู และผู้แก่งแย่ง



กินวิธีต่างกัน



หลบจากการถูกกินวิธีต่างกัน



กินกลางวัน กลางคืน



พฤติกรรมหาอาหาร

- อาหารมีการเปลี่ยนแปลง
ขึ้นกับฤดูกาล มีความสามารถกินอาหารได้
หลายชนิด สามารถลด
การใช้พลังงาน มีวิธีเพิ่ม
ประสิทธิภาพการนำอาหาร
มาใช้ประโยชน์ รู้จักการ
สะสมอาหาร รู้จักการ
เพาะปลูก หรือใช้เครื่องมือ
ช่วยหาอาหาร

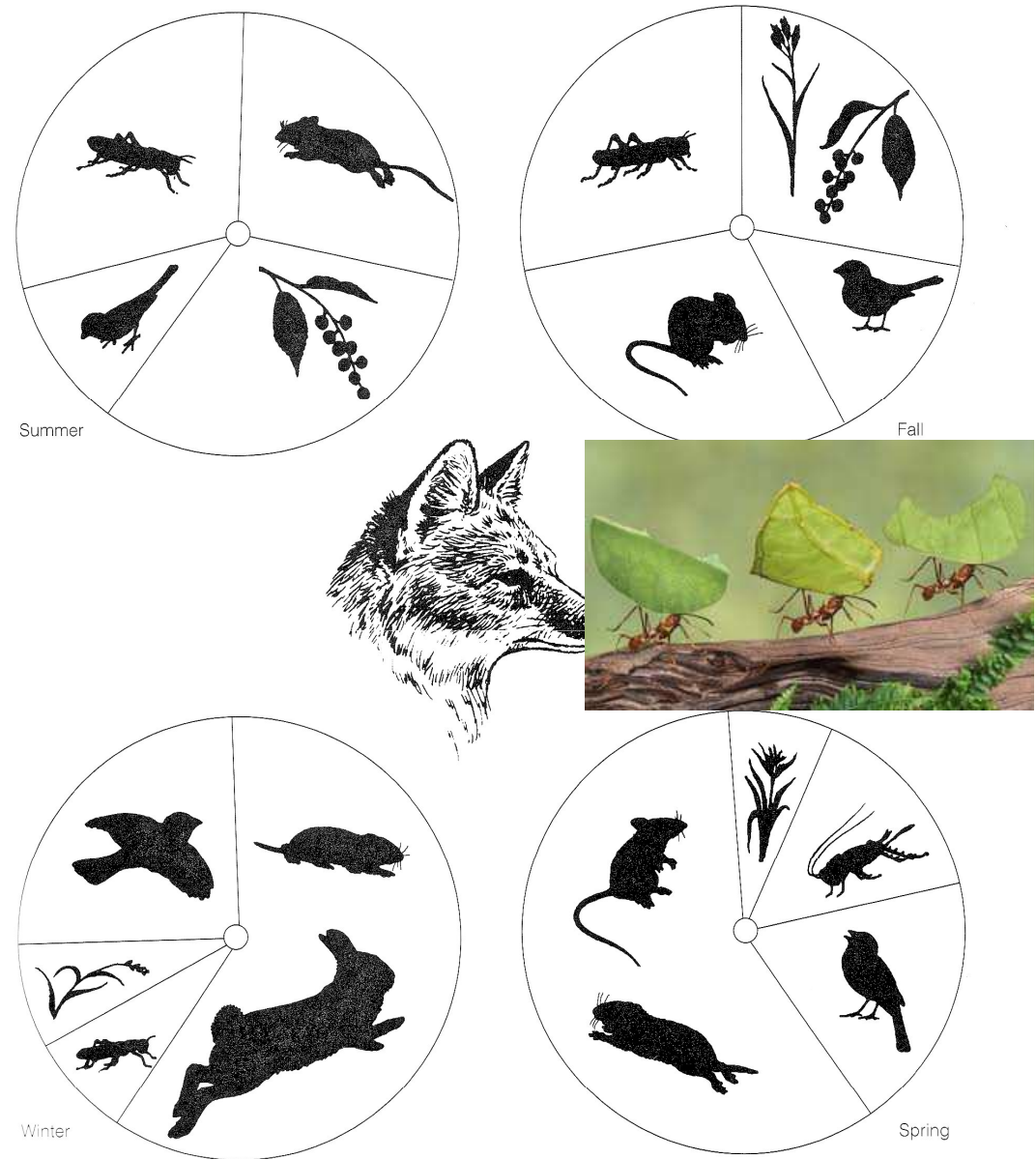
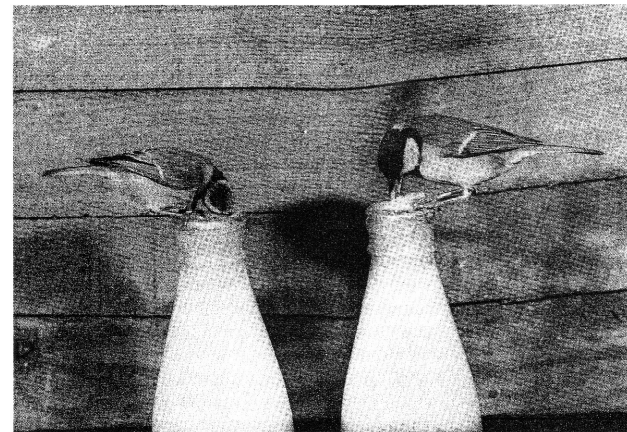
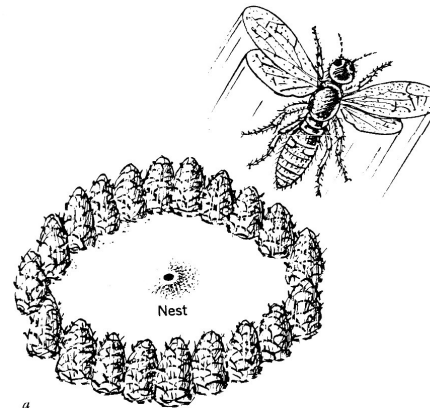
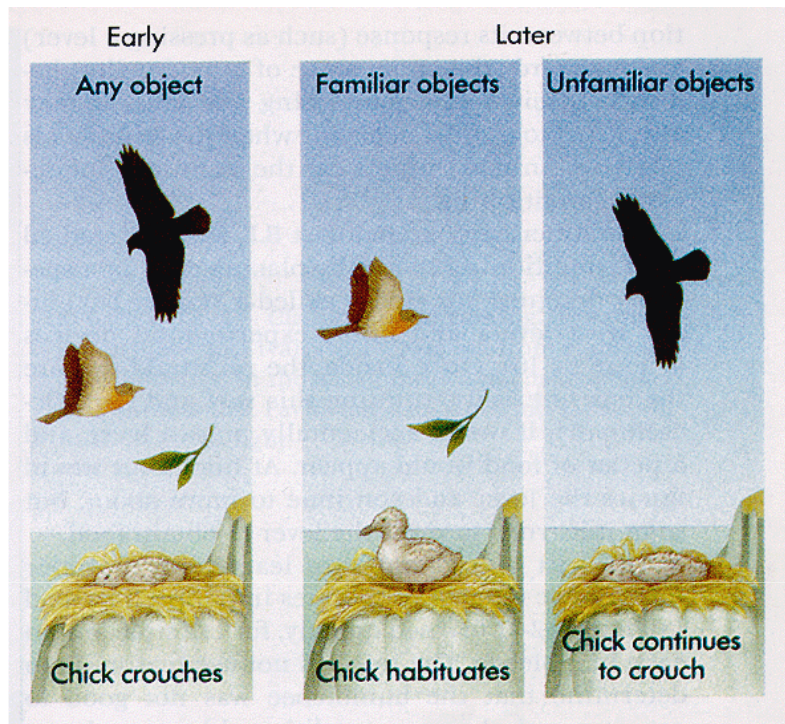


FIGURE 8.2 The red fox (*Vulpes vulpes*) is an example of an omnivore, an animal that feeds on more than one trophic or feeding level. The food habits of the red fox are seasonal. Note the prominence of fruits and insects in summer and of rodents and rabbits in spring and fall.

แมงมุมเลียนแบบรูปร่าง และ กลิ่นตัว และ
ทำทางการเดิน ของมด เพื่อความปลอดภัย

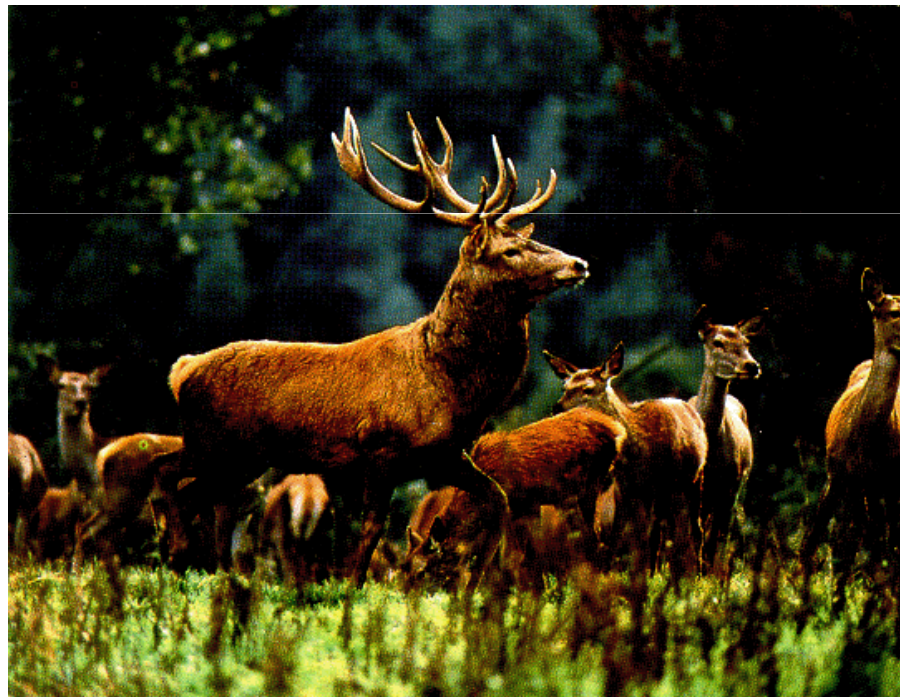


สัตว์มีพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อช่วยให้ดำรงชีวิตได้ดีขึ้น



พฤติกรรมกรอยู่ร่วมกันเป็นสังคม

- เพื่อให้ตนสามารถผลิตลูกหลานได้ และลูกหลานยังคงอยู่เพื่อดำรงเผ่าพันธุ์
 - การแสดงตนเป็นเจ้าฝูง
 - การรักษาเขตแดน
 - การเลือกคู่และผสมพันธุ์
 - การดูแลลูกอ่อน



พฤติกรรมสังคมและการควบคุมประชากร

- หากประชากรมากขึ้น มีความแออัดมากขึ้น
- มีพฤติกรรมก้าวร้าวมากขึ้น
- มีพฤติกรรมการดูแลรักษาตนเองและที่อยู่อาศัยน้อยลง
- มีโรคภัยไข้เจ็บ หรือได้รับผลกระทบจากศัตรูมากขึ้น
- มีอัตราการเกิดน้อย หรือ อัตราการอยู่รอดของตัวอ่อนน้อย

การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในระดับ

population and Ecosystem

- การเปลี่ยนแปลงขึ้นลงของประชากร และในชนิดเดียวกัน อัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรขึ้นกับความหนาแน่นของประชากร และ การปรับอัตราการเกิด การตาย การย้ายเข้า ย้ายออกที่เหมาะสม
- การมีประชากรมากหรือน้อยขึ้นกับปฏิสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งมีชีวิต กับสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการ ถ่ายทอดพลังงานและสสารที่จะเป็นต่อสิ่งมีชีวิต

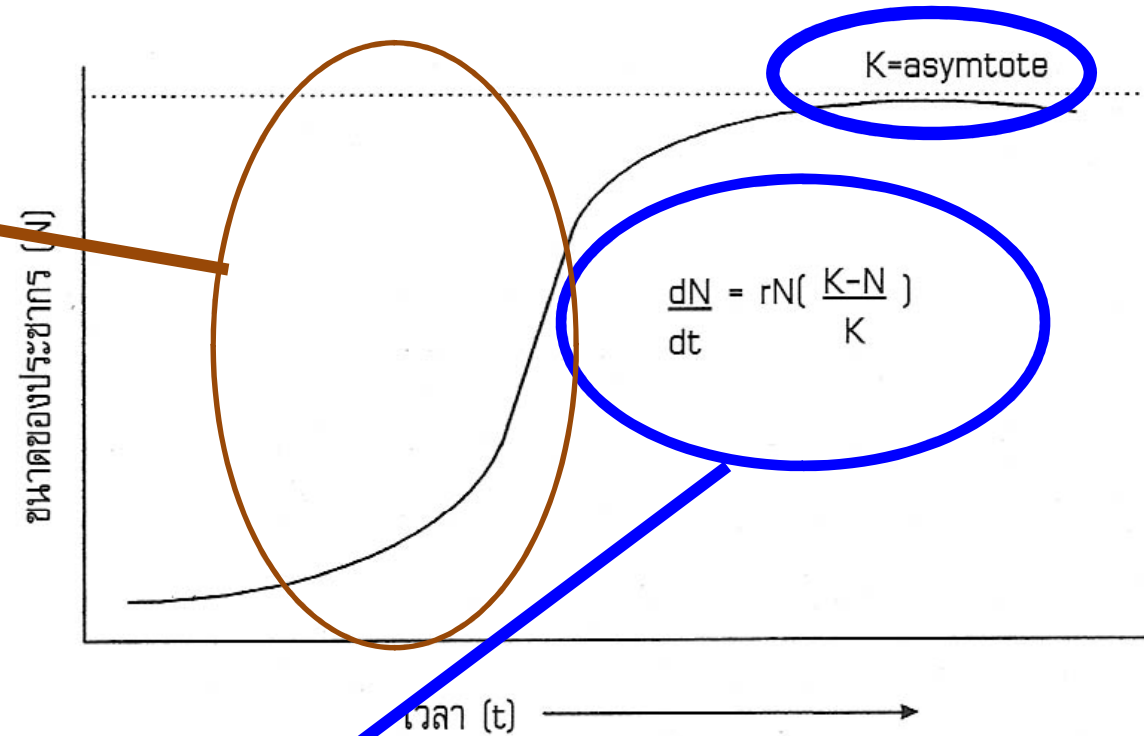
Population growth

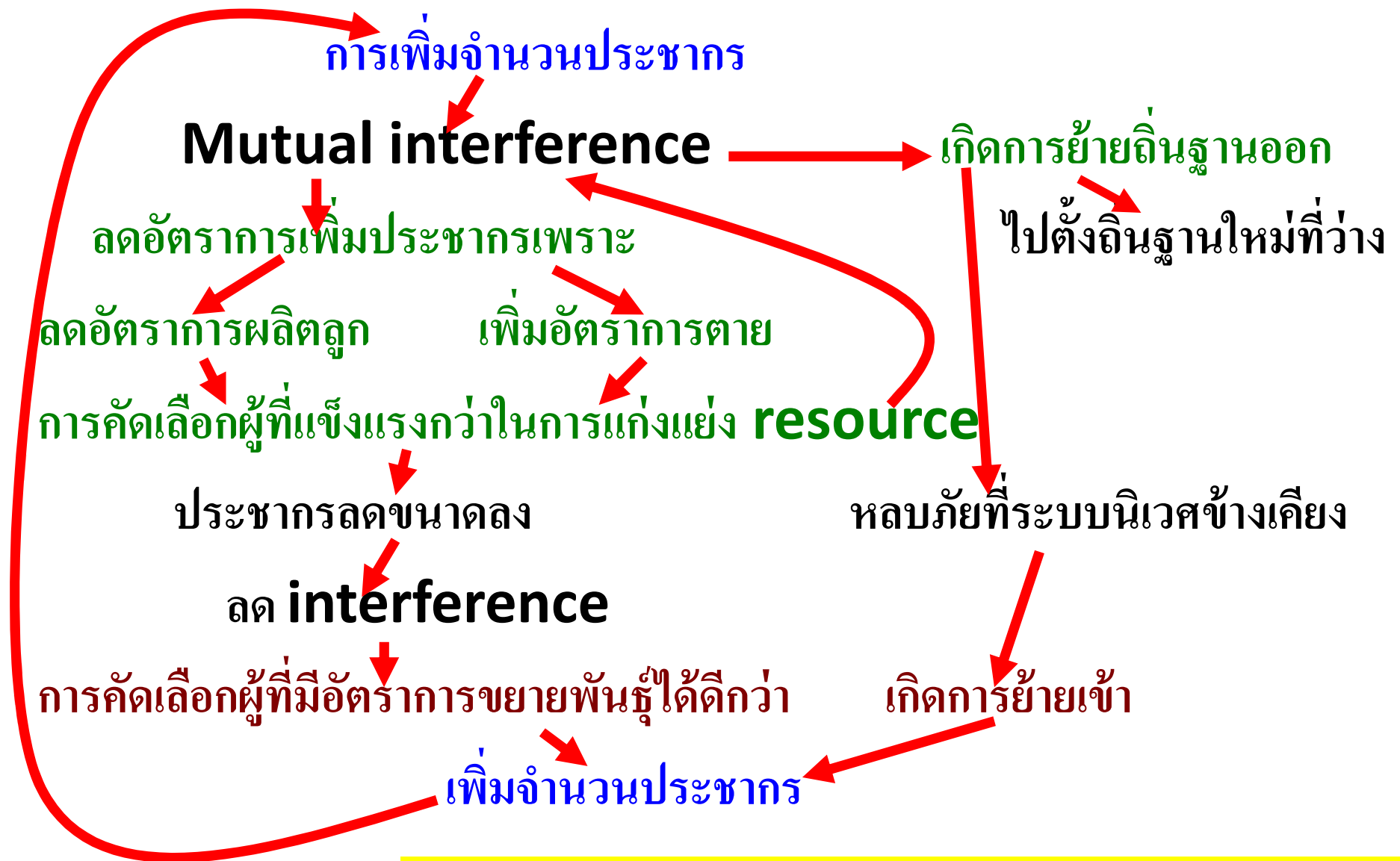
- Exponential growth

- หากไม่มีอะไรจำกัดประชากรเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แบบทวีคูณ

- Logistic growth

- มักมีแรงต้านการเพิ่มประชากรเมื่อประชากรมากขึ้นเข้าใกล้ **carrying capacity (K)**





การตอบสนองในระดับประชากร

Emigration การย้ายออก

Emigration rate (e)

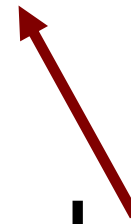
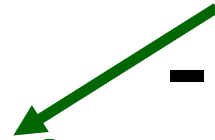
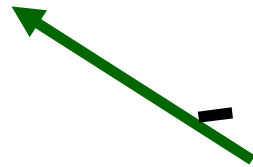
Natality การเกิด

Bird rate (b)

Population density (N)

Dead rate (d)
Mortality การตาย

Immigration การย้ายเข้า
Immigration rate (i)



การตอบสนองในระดับระบบนิเวศ



จากสิ่งมีชีวิต ตัวหนึ่งอยู่ได้หรือไม่
ประชากรของมันเพิ่มจำนวนได้หรือเปล่า

สิ่งมีชีวิตหลายชนิดอยู่ร่วมกันได้ไหม

ถ้าอยู่ได้ ก็แบ่ง ๆ กัน ปรับตัวเข้าหากัน

ถ้าอยู่ไม่ได้ ก็ตาย หรือ ย้ายถิ่นฐานไป

มีการเปลี่ยนแปลงภายในอยู่ตลอดเวลาในระบบนิเวศ

เมื่อสภาพปรับเปลี่ยนเหมาะสม ก็ค่อยย้ายกลับมาใหม่

(การเปลี่ยนแปลงแทนที่) จนเข้าสู่สมดุล

How a plant grows from a seed

